

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 08 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Science Biologiques

Spécialité /Option : Biodiversité et l'Environnement

Contribution à l'étude des macroinvertébrés de Barrage Zouabi

Présenté par : Amouchi Manel Hibat Allah

Devant le jury composé de :

PRESIDENTE: CHERIET SARRA

MCB UNIVERSITE 08 MAI 1945 GUELMA

EXAMINATRICE: BOUAOUINA AMEL

MAA Université 08 Mai 1945 Guelma

ENCADRANTE: BOUHALA ZINEB

MCB Université 08 Mai 1945 Guelma

Juin 2025

REMERCIEMENT

L'étude qui va suivre s'inscrit dans le cadre de l'obtention du diplôme de
Master 2 en Biodiversité et Environnement.

Avant d'exposer le contenu de ce travail, je tiens tout d'abord à exprimer ma
profonde gratitude envers Dieu le Tout-Puissant, qui m'a accordé la volonté,
la santé et la force nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

Je tiens ensuite à remercier très sincèrement Dr Cheriet Sarra , qui m'a fait
l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Mes remerciements vont également à Dr Bouaouina Amel, qui m'a honorée
en acceptant d'en être membre. Veuillez trouver ici l'expression de ma
reconnaissance et de mon respect.

Je remercie tout particulièrement Dr Bouhala Zineb, mon encadrante, pour
m'avoir accueillie au sein du laboratoire, pour sa disponibilité, ses conseils
précieux et pour m'avoir offert les moyens nécessaires à la réalisation de ce
travail.

Enfin, j'adresse mes remerciements à l'ensemble des enseignants qui m'ont
accompagnée tout au long de mon parcours universitaire, ainsi qu'à toutes les
personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce
mémoire.

Dédicace :

Je dédie ce travail :

À la femme la plus extraordinaire et la plus douce du monde, ma mère, à qui j'exprime tout mon amour. Ma reine.

À celui qui a été et reste toujours pour moi un modèle, une référence : mon père. Je lui exprime mon profond respect. Ma plus grande joie est que tu sois fier de moi. Mon roi.

À celles qui ont été comme des mères pour moi : djemaa. Souhila

À la personne qui défie toujours les difficultés :M N.

À mes chers Amine Nacer Allah et Alaa Hikmat Allah.

À ma meilleure amie, Yousra, et à mon fils Açil

À Khadidja, qui a été à mes côtés pas à pas dans l'accomplissement de ce travail, avec patience et bienveillance

À toute ma famille, qui m'a toujours soutenu.

À mes collègues : Zahira, Asma, Randa.

À mes chères amies : Hanane, Djihane, Nesrine, Rimah, malak. Roumaïssa, Aya, Rabiaa.

Et à tous ceux que je porte dans mon cœur.

MN

Liste des figures

Figure 1: Répartition du taux de comblement annuel des grands barrages dans le bassin hydrographiques (Remini et Hallouche . 2003)	5
Figure 2: Isopodes: (Moisan,2010).....	8
Figure 3: Coquille de Gastéropodes (Moisan <i>et al.</i> , 2008).	10
Figure 4: Les Oligochètes) (Moisan,2010)	11
Figure 5: Les Hirudinées(Sangsues) (Moisan,2010)	11
Figure 6: Les Nématodes (Moisan,2010)	12
Figure 7: Vue dorsale d'un Coléoptère adulte et vue latérale d'une larve (Moisan <i>et al.</i> , 2010).....	13
Figure 8: Larves de Diptères (Moisan <i>et al.</i> , 2008).....	14
Figure 9: Vue dorsale d'un Hémiptère (Moisan <i>et al.</i> , 2008).....	15
Figure 10: Vue dorsale et latérale d'un Éphéméroptère (Moisan <i>et al.</i> , 2008).....	16
Figure 11: Vue dorsale d'un adulte d'Odonate Zéphyroptères (Moisan <i>et al.</i> , 2008).	17
Figure 12: Vue dorsale d'un adulte d'Odonate Anisoptère (Moisan <i>et al.</i> , 2008).....	18
Figure 13: Vue dorsale d'un Plécoptère (Moisan <i>et al.</i> , 2008).	19
Figure 14: Vue dorsale et latérale d'un Trichoptère (Moisan <i>et al.</i> , 2008)	20
Figure 15: Situation géographique de wilaya de Souk Ahras en Algérie	27
Figure 16: Précipitation (mm) moyennes mensuelles enregistrées dans la station météorologique de Souk Ahras (avril 2024-Mars 2025).....	32
Figure 17: Températures moyennes mensuelles enregistrées dans la station Météorologique de Souk Ahras (avril 2024-Mars 2025)	32
Figure 18: Climagramme d'Emberger de station météorologique de Souk Ahras (2024-2025).....	33
Figure 19: Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausson de la station météorologique de Souk Ahras (2024- 2025).....	34
Figure 20: a) b) c) : Variations moyennes et mensuelles de la température de l'eau des 3 station	47
Figure 21: a) b) c) : Variations moyennes et mensuelles de la profondeur de l'eau des 3 station	48
Figure 22: a) b) c). Variations moyennes et mensuelles du pH de l'eau des trois station .	49
Figure 23: a) b) c). Variations moyennes et mensuelles de la turbidité de l'eau des trois station	50

Figure 24; a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de la conductivité de l'eau des trois station	51
Figure 25; a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de la salinité de l'eau des trois station	53
Figure 26: a) b) c).Variations moyennes et mensuelles del'oxygène dissous de l'eau des cinq mare	54
Figure 27: Abondance globale des taxons faunistiques dans les trois stations	56
Figure 28: Abondance globale des principaux taxons des macroinvertébrés	57
Figure 29: Pourcentage des larve des groupe dominant (pleidae et sigra adulte) dans les trois stations	58
Figure 30: répartition des groupe (larve de pleidae et sigra adulte) dans les trois stations	58
Figure 31: répartition des nymphe de dipter et chironomideae dans les différentes 3 stations.....	59
Figure 32: Répartition des groupe sensible dans (éphéméroptère, odonates) dans les trois stations.....	60
Figure 33: Répartition des autres groupes (ephémère, analidea, coleopteraa adulte, larve idae) dans les trois stations.	61
Figure 34: La richesse spécifique des stations	61
Figure 35: Comparaison du richesse en taxons par station et par moi	62
Figure 36: La richesse mensuelle des taxa dans les trois station.....	63
Figure 37:Indice de Shannon et d'équitabilité dans les stations d'étude dans 3 mois	65

Liste des photos

Photo 1: Station 1 (cliché Amouchi ,2025).....	29
Photo 2: Deux photos de station 2 (cliché Amouchi, 2025)	29
Photo 3: Deux photos de station 3 (cliché Amouchi , 2025)	30
Photo 4: Appareil photo	37
Photo 5: Les gants.....	37
Photo 6: Pince	37
Photo 7: Bouteilles en plastiques	37
Photo 8: Filtre	37
Photo 9: Bottes	37
Photo 10: Flacons en plastiques	38
Photo 11: Carnet.....	38
Photo 12: Guide	38
Photo 13: Loupe binoculaire	38
Photo 14: Matériel utilisé.....	38
Photo 15: Dépouillement.....	36
Photo 16 : Identification sous la loupe.....	36

Liste des tableaux

Tableau 1: Echelle de tolérance des grands groupes taxonomique.....	22
Tableau 2:Données climatiques d'une année avril 2024 -avril 2025 températures et précipitation	31
Tableau 3:Rapport entre la conductivité etla minéralisation.	43
Tableau 4:Classification des eaux d'après leur pH	44
Tableau 5: Variations mensuelles de la température des trois station.....	46
Tableau 6:Variations mensuelles du profondeur dissous de l'eau des trois station.....	47
Tableau 7:Variations mensuelles du pH dissous de l'eau des trois station	48
Tableau 8:Variations mensuelles du turbidité dissous de l'eau des trois station	49
Tableau 9:Variations mensuelles de la conductivité de l'eau des trois station	50
Tableau 10:Variations mensuelles du la salinité dissous de l'eau des trois station.....	52
Tableau 11:Variations mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau des trois station.....	54
Tableau 12:Check-list des taxa faunistiques de la faune aquatique	55
Tableau 13:Résultats de l'Indice de Shannon et l'équitabilité	63
Tableau 14: Résultats d'équitabilité et indice de shannon sur une période de 3 mois	65
Tableau 15: Indice de Jaccard-Tanimoto dans les stations d'étude	66

Liste des abréviations :

Gps : Globale positioning systeme

Ph : potentiel hydrogène

O² : oxygène

km: kilomètres

cm: centimètres

mm : millimètres

hm : hectare mètre

m : mètre

Table matière

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des photos

Liste des tableaux

Introduction générale : 1

Chapitre 1: Les Barrages et les macroinvertébrés

1.1. Définition des Barrages : 4

1.2. Les Barrages en Algerie : 4

1.3. Importance des barrages : 6

1.4. Les macroinvertébrés : 7

1.4.1. Définition des macroinvertébrés : 7

1.5 Les taxons les plus importants des macroinvertébrés aquatiques : 7

1.5.1. Non insectes : 7

1.5.1.1 Les Crustacés : 7

1.5.1.2. Les Mollusques Gastéropodes : 9

1.5.1.3 Les Annélides : 10

1.5.1.4 Les Nématodes : 12

1.5.2. Les Insectes : 12

1.5.2.1 Les Coléoptères : 12

1.5.2.2. Les Diptères : 13

1.5.2.3. Les Hémiptères/ Hétéroptères : 15

1.5.2.4. Les Ephéméroptères: 15

1.5.2.5 Les Odonates: 16

1.5.2.6 Les Plécoptères : 18

1.5.2.7 Les Trichoptères : 19

1.6 Les macroinvertébrés comme régime alimentaire : 20

1.7. La détermination de la qualité de l'eau par les macroinvertébrés (Bioindicateurs) : 21

1.8. L'adaptation des macroinvertébrés 23

1.9. Utilité d'étude des macroinvertébrés : 24

Chapitre 2 : Description des sites d'étude

2.1. Présentation de la zone d'étude :.....	26
2.1.1 Situation géographique :.....	26
2.1.2. Description générale de Barrage Zouabi :.....	26
2.2. Description des stations :.....	27
2.3. Climatologie	30
2.3.1 L'humidité :	30
2.3.2. Le vent.....	30
2.3.3. Les précipitations :	31
2.3.4. La température :	31
2.4. Bioclimat	33
2.4.1. Climmagrame d'Emberger	33
2.4.2. Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен :.....	33
1. Matériel expérimental :	36
1.1. Sur terrain:.....	36
1.2. Au laboratoire :.....	36
2- Choix des sites :	39

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

3. Collectes et traitement des échantillonnages :.....	39
3.1. Sur terrain :.....	39
3.2. Au laboratoire :.....	40
4. Analyse des données :	40
4.1. L'organisation des peuplements :	40
4.2. L'abondance :	40
4.3. La fréquence :.....	40
4.4. La richesse spécifique :	40
4.5. La structure d'un peuplement :.....	40
4.5.1. Indice de diversité de Shannon-Wiever :.....	40
4.5.2. Indice d'Equitabilité (équirépartition) :.....	41
4.5.3. Indice de Jaccard-Tanimoto :	41
5. Mesure des paramètres physico-chimiques :.....	42
5. 1. la température :.....	42
5. 2. La conductivité :.....	42

5.3. La turbidité :	43
5. 4. L'oxygène :	43
5.5. Potentiel d'hydrogène :	44
5. 6. La profondeur :	44

Chapitre 4 : Résultats

1. Analyse des paramètres physico-chimiques :	46
1.1. La température :	46
1.2. Le profondeur:	47
1.3. Le pH :	48
1.4. La turbidité:	49
1.5. La conductivité:	50
1.6. La salinité:	51
1.7 L'oxygène dissous:	53
2. Check-list des taxa faunistiques de la faune aquatique :	55
2.1. Analyse globale des taxons faunistiques dans les stations :	55
2. 2. Analyse globale des macroinvertébrés benthiques:	56
2. 3. Analyse qualitative et quantitative des macroinvertébrés benthiques	57
2.3.1 Groupe dominant:	57
2.4. La Richesse des principaux taxa:	61
2.4.1. La Richesse mensuelle en taxa	62
2.5. L'indice de Shannon et d'équitabilité:	62
2.6. Indice de Jaccard-Tanimoto	66
Discussion	66
Conclusion	73
Références bibliographiques	75
Résumé	
Annexe	



**Introduction
Générale**

Introduction générale :

L'eau et les êtres vivants qui vivent dans les milieux aquatiques ont toujours été essentiels pour les humains. Depuis la Préhistoire, les premières villes se sont souvent installées près des rivières, dans des zones fertiles appelées plaines alluviales (Ramade, 1998).

En sciences de l'eau (hydrobiologie), les premières études pour connaître la qualité des eaux douces ont commencé au début du 20^e siècle avec le Système saprobique (Kolkwitz, 1902 ; Marsson, 1909). Ces recherches ont montré que certains animaux aquatiques, comme les petits invertébrés vivant au fond des rivières, réagissent à la pollution. Cela a permis de créer des outils pour mesurer la qualité de l'eau, comme le Trent Biotic Index (Woodiwiss, 1960).

En Afrique du Nord, les premières recherches sur les eaux douces remontent au 19^e siècle avec les travaux de Gauthier et Vaillant sur les animaux d'eau douce en Algérie et en Tunisie (Lounaci, 2005).

Aujourd'hui, on pense que les caractéristiques des animaux aquatiques — comme leur taille ou leur alimentation — peuvent nous apprendre plus sur leur environnement que simplement connaître leur nom scientifique (Bonada *et al.*, 2006). Les scientifiques utilisent souvent des listes d'espèces, mais les traits de vie (comportement, reproduction, etc.) montrent mieux les changements de l'environnement, car plusieurs espèces peuvent partager les mêmes traits (Southwood, 1988 ; Statzner *et al.*, 2001).

Ces traits aident à mieux comprendre les modifications de l'habitat (Statzner *et al.*, 2004). En plus, il n'est pas toujours nécessaire d'être un expert en taxonomie pour les utiliser, ce qui est pratique pour les groupes d'animaux peu connus (Dolédec *et al.*, 2006).

La plupart des recherches sur les traits de vie des animaux aquatiques ont été faites dans des régions tempérées (comme en Europe), en utilisant les petits invertébrés benthiques (Dolédec *et al.*, 2006). Mais en Afrique du Nord, et surtout dans les zones sèches, on a encore peu d'informations sur ces espèces. Pourtant, ces connaissances sont importantes pour savoir comment ces animaux réagissent aux changements naturels ou causés par l'homme (Guidicelli *et al.*, 1985).

L'Algérie, grâce à sa diversité de paysages et de climats, possède beaucoup de zones humides, qui sont très riches en biodiversité et en ressources naturelles (DGF, 2004 in Toubal *et al.*, 2014). Malheureusement, comme dans tout le Maghreb (Rhazi *et al.*, 2006), ces milieux sont menacés par des activités humaines : pollution, surpâturage, pêche excessive... Même les

zones protégées par la convention Ramsar sont souvent surexploitées et ne sont pas bien protégées (Bouldjedri *et al.*, 2011).

Dans le Nord-est de l'Algérie, ces macroinvertébrés sont mal connus malgré les travaux menés dans quelques cours d'eau (Ait Hamlat, 1998 ; Fouzari, 2009 ; Meziane, 2009).

Afin de combler cette lacune, nos investigations ont porté sur Barrage Zouabi, l'un des Barrage les plus importants de l'Algérie, mais également l'un des moins connus sur le plan de la biodiversité et du fonctionnement.

L'objectif de notre étude est de :

- Faire l'inventaire faunistique de Barrage Zouabi
- Préciser le statut des espèces (abondance et répartition)
- Définir la phénologie des espèces animales
- Elaborer une typologie des stations.

La structure de ce mémoire débutera par une introduction qui sera suivie du premier chapitre Les Barrages et les macroinvertébrés, le deuxième chapitre abordera Description des sites d'étude suivi du troisième chapitre qui sera réservé au matériel et méthodes utilisés. Enfin, les résultats de ce travail ainsi que leur discussion seront présentés au quatrième chapitre et nous terminerons par une conclusion où nous ferons le point sur nos connaissances des macroinvertébrés et nous explorerons les perspectives d'avenir.

Chapitre 1 :
Les Barrages et les
macroinvertébrés

1.1. Définition des Barrages :

Les barrages sont des ouvrages construits sur les cours d'eau dans le but de modifier leur régime d'écoulement et de permettre une utilisation rationnelle de l'eau, dans de meilleures conditions pour différents usages. ^[1]

Au cours des cinq mille dernières années, l'humanité a construit plus de 50 000 grands barrages et réservoirs artificiels, stockant environ 3 500 milliards de mètres cubes d'eau par an, soit environ 30 % des ressources mondiales en eau douce disponibles ^[2].

L'eau ainsi stockée et régulée est utilisée à de multiples fins : fourniture d'eau potable, irrigation, production d'hydroélectricité, protection contre les inondations, navigation, activités récréatives et touristiques, ainsi que la conservation de certains écosystèmes (FAO, 2003).

Un barrage est un ouvrage artificiel construit en travers d'un cours d'eau dans le but de réguler son débit et d'améliorer l'utilisation des ressources en eau (Larousse, 2025).

Cet aménagement permet de réguler les débits, d'alimenter les villes en eau, d'irriguer les cultures, ou encore de produire de l'énergie. Ces infrastructures permettent de modifier l'ordre naturel des cours d'eau, tant dans le temps que dans l'espace, pour répondre à un large éventail de besoins humains. Il existe généralement deux principaux types d'ouvrages: Barrages fixes : qui créent des réserves d'eau permanentes Barrages mobiles : Ces barrages élèvent localement le niveau de l'eau pour générer une charge hydraulique temporaire. (CMB.2000).

1.2. Les Barrages en Algérie :

En Algérie, la construction de barrages s'impose aujourd'hui comme une nécessité stratégique, dans un contexte où la ressource en eau devient de plus en plus précieuse et sollicitée. Cette pression croissante s'explique par l'augmentation significative des besoins en eau dans les secteurs agricole, industriel et domestique (Remini, 2010).

Les précipitations annuelles dans le nord du pays sont estimées entre 95 et 100×10^3 m³. Cependant, une partie importante de cette ressource s'évapore, tandis que le reste s'infiltre ou alimente les cours d'eau. Pour capter et mobiliser cette ressource, l'Algérie a mis en place un vaste réseau de barrages. En 2002, le pays comptait 52 barrages, représentant une capacité totale de stockage de 5,2 milliards de mètres cubes (Remini, 2010).

Néanmoins, la problématique de l'eau demeure préoccupante, notamment en raison des épisodes récurrents de sécheresse, qui ont eu des répercussions néfastes sur les terres agricoles

et sur la disponibilité de la ressource. Cette situation appelle à une gestion plus rigoureuse et durable de l'eau, ainsi qu'à l'adoption de solutions innovantes visant à sa préservation (Remini, 2010).

Enfin, il convient de noter que le territoire algérien est divisé en quatre grandes régions Au nord, en plus du désert au sud , définies selon des critères géographiques et naturels spécifiques, ce qui implique des approches différenciées dans la gestion des ressources hydriques selon les particularités de chaque zone (Remini,2010) .

La problématique de l'eau en Algérie du Nord à met en évidence un déficit global estimé à 0,9 milliard de m³. Seule la région hydrographique de Constantinois – Seybouse – Mellegue.

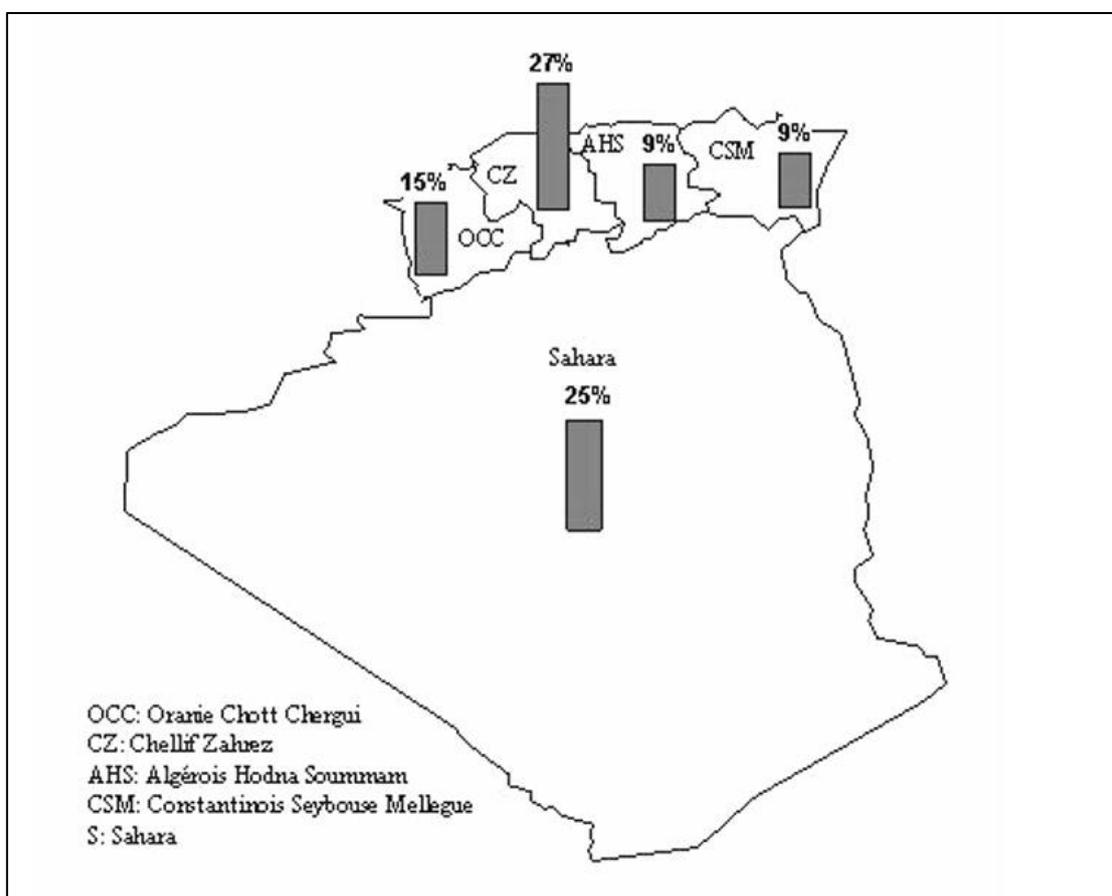


Figure 1: Répartition du taux de comblement annuel des grands barrages dans le bassin hydrographiques (Remini et Hallouche . 2003)

Échappe à ce déficit grâce à de nouveaux barrages comme celui de Beni Haroun. D'autres régions, notamment l'Algérois-Soummam-Hodna et l'Oranie-Chott-Chergui, sont déjà déficitaires, entraînant une réduction de l'eau pour l'irrigation au profit de l'eau potable. Le déficit devrait s'aggraver, en particulier dans les régions de Chélif-Zahras et l'Algérois-

Soummam-Hodna. L'Algérie fait face à une inadéquation entre des ressources en baisse et des besoins croissants, aggravée par des problèmes naturels et humains. (Remini,2010).

1.3. Importance des barrages :

Les barrages occupent une place très importante en matière de gestion équilibrée des ressources en eau, car ces structures imposantes sont conçues pour satisfaire les besoins humains et environnementaux, que ce soit pour l'agriculture, la production d'électricité ou encore la prévention des catastrophes naturelles telles que les inondations ou les sécheresses, notamment dans les régions où les variations climatiques sont fréquentes

Les principales fonctions de ces infrastructures :

- **Stockage et régulation des eaux :**

La régulation captant les excédents d'eau durant les périodes de crue, ces infrastructures permettent la formation de réserves stratégiques, mobilisables en période de sécheresse ou lors de faibles précipitations. Ce rôle de stockage représente un atout crucial pour renforcer la résilience face aux effets du changement climatique. (World Commission on Dams, 2000).

- **Production d'énergie d'origine hydroélectrique:**

Les barrages interviennent étroitement dans la production d'énergies renouvelables. L'énergie hydroélectrique, produite par l'exploitation de la chute d'eau actionnant des turbines, est une source d'énergie nette, fiable et peu chère sur le long terme (IEA, 2021).

- **Irrigation agricole:**

Les barrages interviennent de manière permanente dans le développement de la culture agricole (FAO, 2003).

- **Distribution d'eau potable:**

En plus d'apporter l'eau potable dans toutes les habitations urbaines et rurales, grâce à la retenue d'eau qu'ils créent. (UNESCO, 2015).

- **Protection contre les crues:**

Les barrages sont aussi conçus pour prévenir les inondations et protéger les populations, les constructions. Lors de grosses pluies, ils tiennent l'eau d'inondation

pendant le temps nécessaire et la libèrent progressivement afin de dissimuler les éclatements de crue en amont. (Morris et Fan, 1998).

- **1.4. Les macroinvertébrés :**

- 1.4.1. Définition des macroinvertébrés :**

Les invertébrés sont tous les animaux qui n'ont pas de squelette ni même de squelette cartilagineux. Il s'agit de grands invertébrés que les humains peuvent voir à l'œil nu en raison de leur taille relativement grande. L'habitat des grands invertébrés comprend les rivières, les ruisseaux, les lacs, les marécages et les étangs, dans lesquels vivent principalement des insectes, des mollusques, des crustacés et des vers ..(Moisan,2010)

Les macroinvertébrés benthiques, ce qu'ils vivent au fond des rivières, des lacs ou des barrages. Certains peuvent également vivre à profondeurs dans les sédiments, (profondeurs variables), en fonction de leur mode de vie, les stratégies alimentaires ou des conditions environnementales.

Ils jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes aquatiques, (la décomposition de la matière organique, comme source de nourriture pour poissons ...) (Illies, 1955).

- 1.5 Les taxons les plus importants des macroinvertébrés aquatiques :**

- 1.5.1. Non insectes :**

Cette catégorie regroupe divers groupes taxonomiques tels que :

- 1.5.1.1 Les Crustacés :**

a) Isopodes : Caractéristiques particulières :

- ✓ Crustacé sans carapace
- ✓ Corps aplati dans le sens dorso-ventral
- ✓ Deux paires d'antennes (l'un plus longue que l'autre)
- ✓ 7 paires de pattes longues sur le thorax pour la déplacement, les première paires classés comme pinces
- ✓ Abdomen non segmenté et relativement court
- ✓ A la fin de l'abdomen il existe deux structures ramifiées vers l'extérieur (Moisan.2010).

- **La taille** : de 1 à 5 cm
- **Habitat** : vivant en eau douce au profonde
- **Tolérance** : à la pollution (déchet organique) La reproduction : les femelles elle a la fin de thorax une poche pour pondre ces œufs (Moisan, 2010).

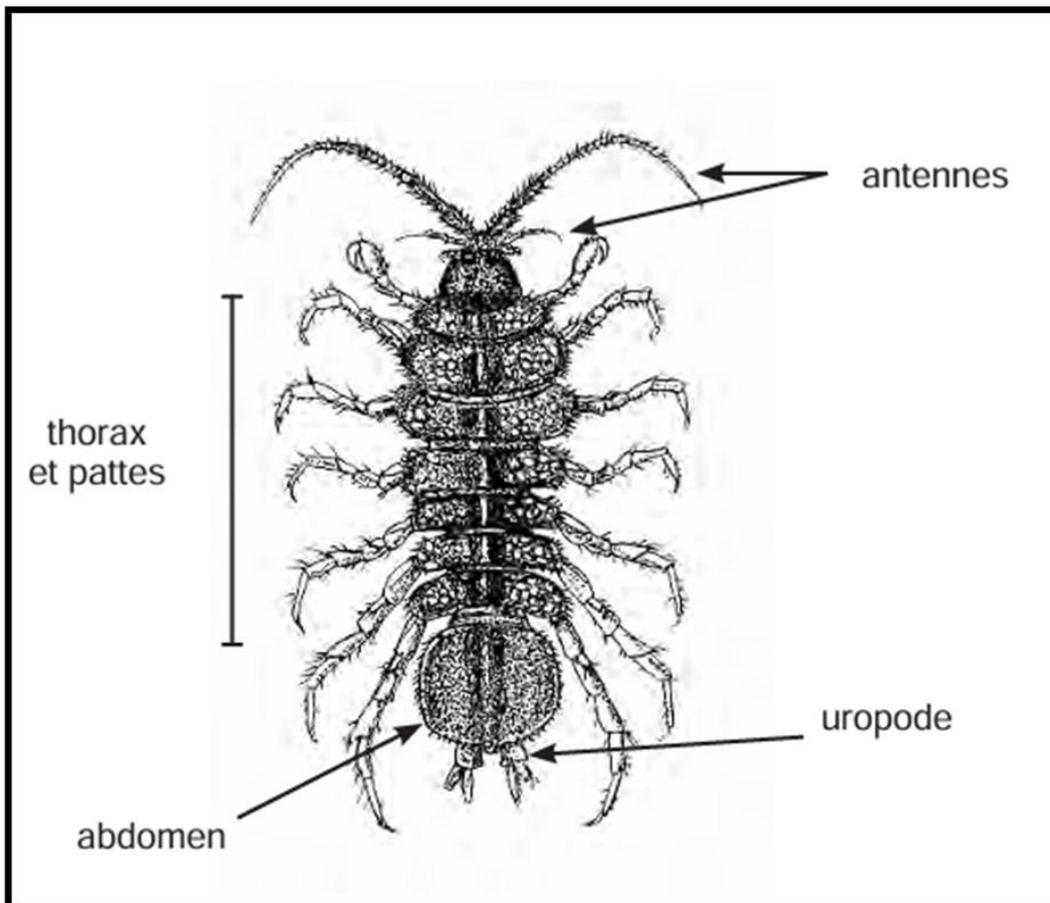


Figure 2: Isopodes: (Moisan,2010)

1.5.1.2. Les Mollusques Gastéropodes :

Les mollusques sont des Métazoaires triploblastiques avec un Corp. mou, Les mollusques sont des invertébrés la plupart a un enveloppe externe dure,(coquille de calcaire)(Moisan,2006).

Il y a plus que 80000 espèces des mollusques qui perdu dans le cycle de vie des partie ou des totalité de la coquille de corps (Maissait *et al*,2005).

Ces animaux aquatiques (vie dans les eaux douce et la me), aussi dans les zones humide sur la terre (Lamark,2003).

Les Gasteropodes c'est une classe de Mollusques, la coquille généralement e forme spiralée dans les Ancyliadaes surtout l'enveloppe externe solide présent avec une symétrie bilatérale (Tachet, 2000).

- D'eau douce appartiennent à deux sous-classes :
 - Les prosobranches : d'origine marine (trouve aussi dans les eaux saumâtres)
- tolérance moyenne à la pollution
 - Les pulmonés : d'origine terrestre (peut s'adapter à la vie en eau douce)
- Sont considérés comme tolérants (Tachet, 2000).
- Les gastéropodes caractérisée par:
 - présence d'une seule coquille
 - Généralement spiralée tel que les escargo
 - Plaques de calcaire (opercule : ferme l'ouverture de la coquille le temps que l'animal à l'intérieur.) (Moisan, 2010).

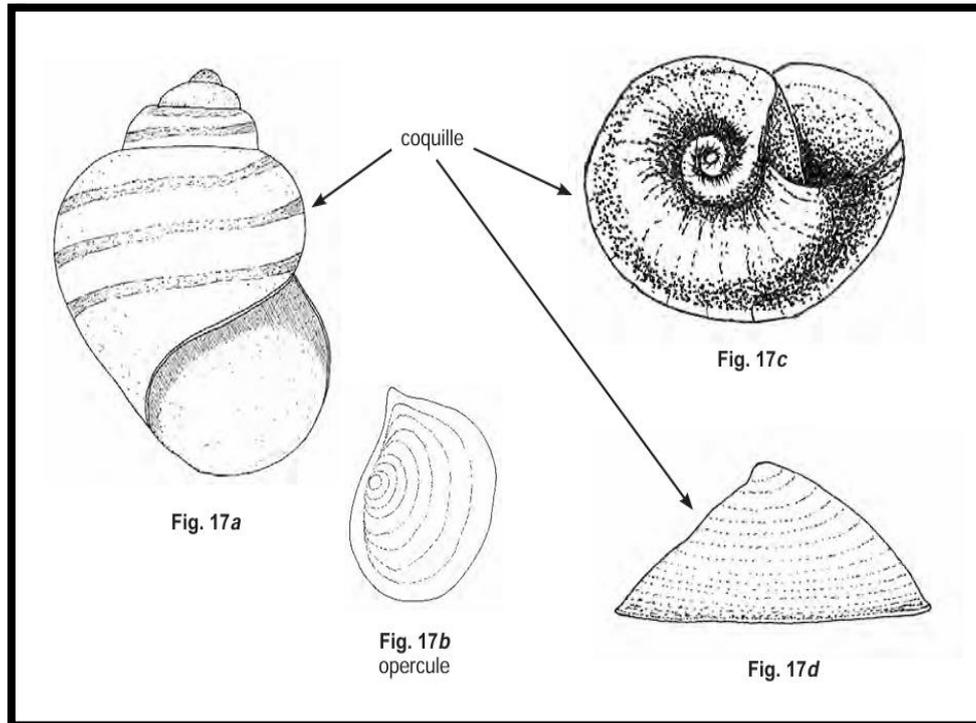


Figure 3: Coquille de Gastéropodes (Moisan *et al.*, 2008).

1.5.1.3 Les Annélides :

Le corps des Annélides segmenté à une symétrie bilatérale (métamères) (Grasse *et al.*, 1998).

Les milieux de vie sont tellement variés mais toujours dans les environnements humides ; la mer, les eaux douces, sur la terre aussi (Jurd, 2000). Cet embranchement regroupe +15000 espèces avec une taille varie à partir de 1mm à des cm, Il y a deux groupes chez les annélides aquatiques : les oligochètes et les hirudinées (sangues) (Moisan, 2010).

➤ Les Oligochètes (ex. : vers aquatiques) :

- Corps allongé, cylindrique
- Comme les vers de terre de nos jardins
- Résistance à la pollution
- Porte des soies
- Le corps divisé en parties semblables (Moisan, 2010).

➤ **Les Hirudinées (Sangsues):**

- Corps aplati avec une consistance caoutchouteuse
- Pas de soies
- Corps divisé
- 2 à 10 yeux sur la surface dorsale
- Deux ventouse avant/arrière
- Supporte bien les milieux pollués (Moisan, 2010).

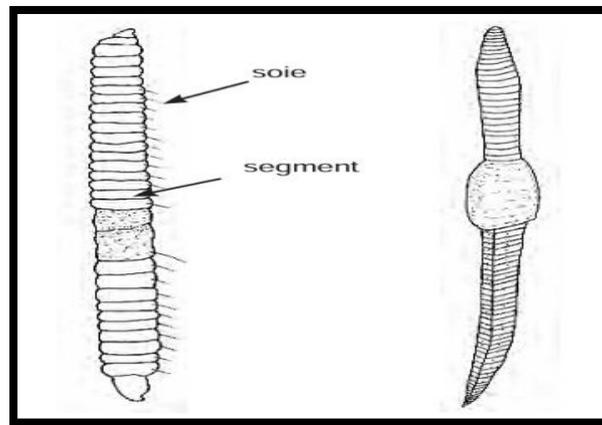


Figure 4: Les Oligochètes) (Moisan,2010)

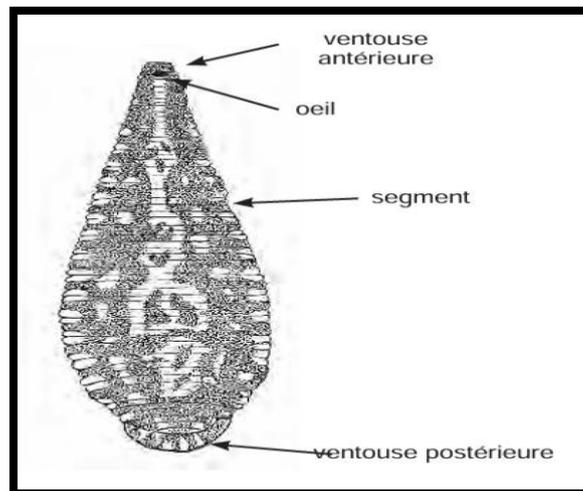


Figure 5: Les Hirudinées(Sangsues) (Moisan,2010)

1.5.1.4 Les Nématodes :

Sont des organismes triplo-lastiques il y a plus que 80000 espèces caractérisés par :

- Corps rond allongé (non segmentation)
- Une cuticule élastique
- Les yeux absents, effilé aux deux extrémités.
- **La taille** : de 100 micromètres à plus de 100 cm
- **La couleur**: blanchâtre et translucide
- **Tolérance** moyenne à la pollution (Moisan, 2010).

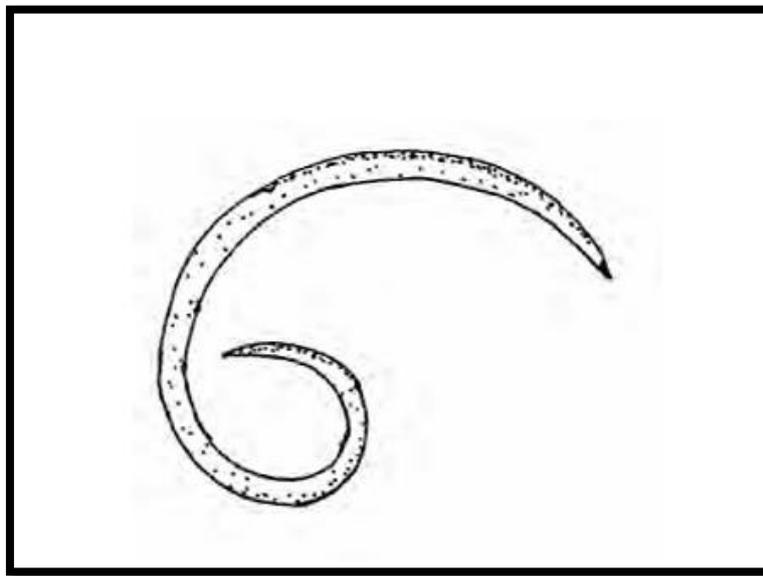


Figure 6: Les Nématodes (Moisan,2010)

1.5.2. Les Insectes :

1.5.2.1 Les Coléoptères :

Au stade larvaire et adulte sont adapté bien aux milieux aquatiques, sont permis les insectes primatifs (phylogénétique)

- **2 familles semi-aquatique**: Hydraenidae, Htaphylinidae
 - Trouvent dans la partie environ 1m du niveau de l'eau
- **Les familles aquatiques** : Dytiscidae, Staphylinidae et Hydraenidae. (Auber, Dejoux *et al*, 1983 in André, 2001).

La différence entre larve /adulte :

- **Les adulte la figure (a)(b) :** il a leur première paire d'ailes dures.
- **Les larve la figure (c) :** il y a plusieurs formes de larve mais il est speciale a leur tête dure et les machoires broyeuuses.
- Les deux leur tolérance moyenne à la pollution (Moisan *et al.*, 2008).

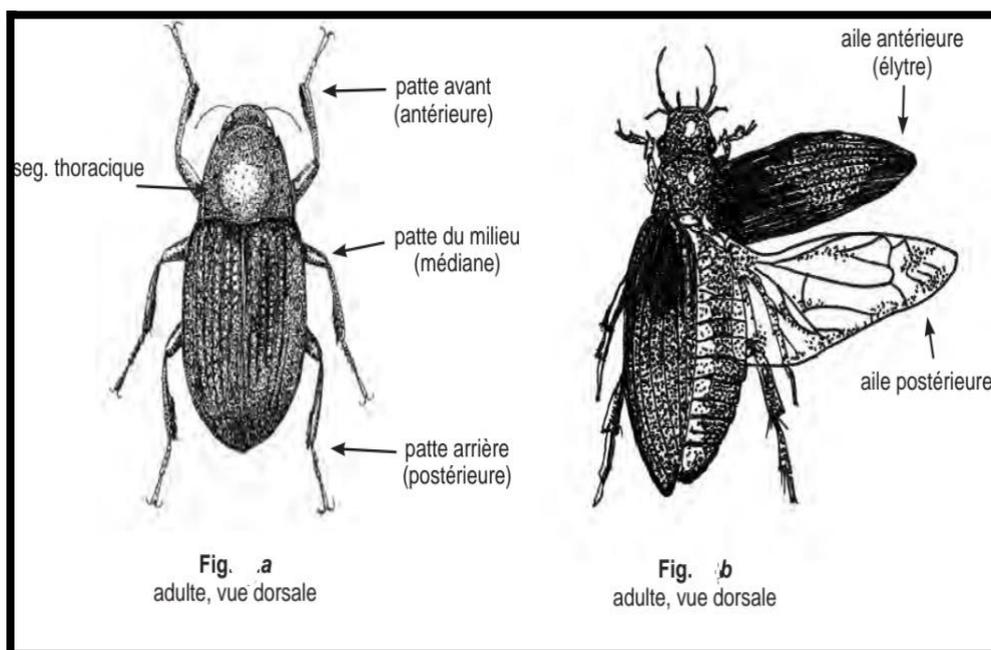


Figure 7: Vue dorsale d'un Coléoptère adulte et vue latérale d'une larve (Moisan *et al.*, 2010)

1.5.2.2. Les Diptères :

Les diptères représentent une partie très importante sont nombreux parfois 90% de l'entomofaune ailée soit dans les milieux naturels ou modifiés, leur diversité en espèces et la grande capacité d'adaptation aux habitat larvaires (un groupe dominants) (Leclercq, 1971) .

- Il a une paire d'ailes/paire de balanciers
- Appareil buccal/ piquer suceur (Mathieu,1995).
- Il existe 95 familles (Leclercq,1971).
- Plus que 30000 espèces (Ayrat,1966).

- **Les Chironomidés** : Parmi les diptères aquatiques, les chironomidés constituant un groupe intéressant pour l'hydrologie leur rôle dans la chaîne trophique important pour produit certain écosystèmes aquatiques .
- **Les Simuliidés**: les mouche noire c'est un groupe morphologique très homogène (Crosskey, 1990).
- Ils en ont petit nombre d'espèces par rapport aux familles de diptères sont plus active quand le soleil présenté dans la journée, les larve vie dans les eaux courantes fixent avec une ventouse dans l'abdomen (Engelhardt *et al*, 1998).

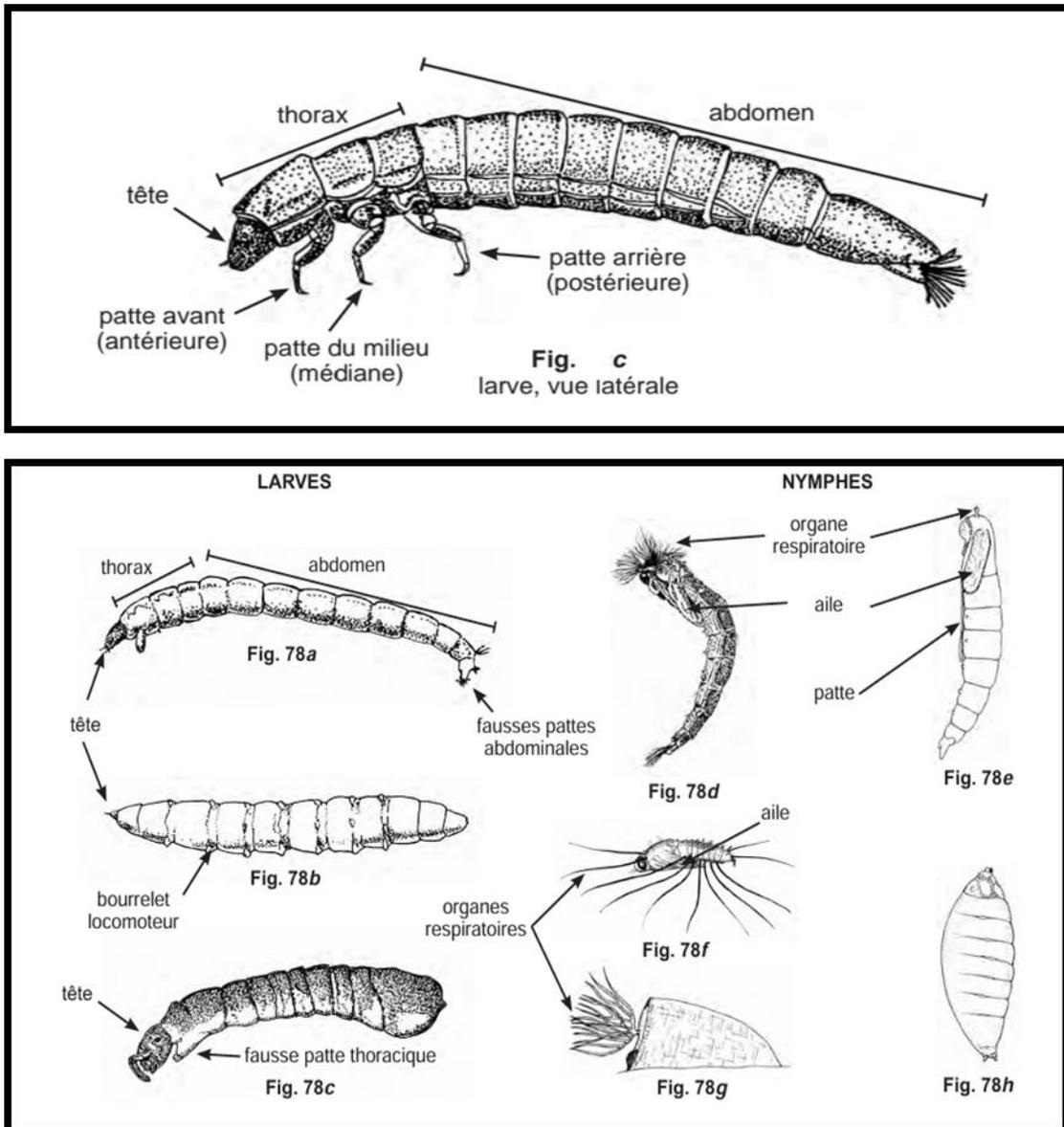


Figure 8: Larves de Diptères (Moisan *et al*, 2008).

1.5.2.3. Les Hémiptères/ Hétéroptères :

Il y a 3 groupe : la plupart des groupes terrestre, aussi des groupes semi- aquatiques, quelque espèces totalement aquatiques.

La ponte faite sur substrats humides et léclosion entre 1 à 4 semaines, les larve développement rapide et finir leur cycle en 1 à 2 mois avec 5 mue . Ce groupe distingue par les pièces buccales modifiées en piquer- suceurcette adaptation correspond à un régime alimentaire liquide et les ailes antérieures aussi présence d'une ou deux glandes responsables de l'odeur caractéristiques des punaise (China et Osinger, 1949 in André, 2001).

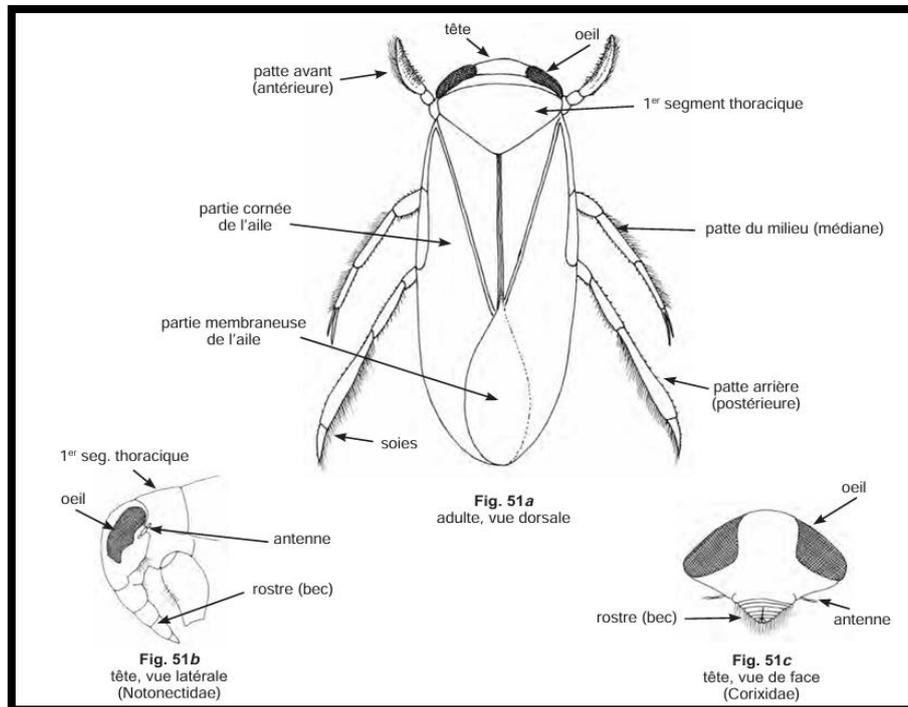


Figure 9: Vue dorsale d'un Hémiptère (Moisan *et al.*, 2008).

1.5.2.4. Les Ephéméroptères:

Sont des ordre d'insecte considéré comme d'insecte primitifs , les premier qui développée ces ailes malgré leur court cycle de vie (la vie d'adulte depace pas 1jour) leur habitat généralement les eaucourantes (torrents, ruisseaux et rivières). Dans l'études ecologique ces groupes tres favorable pour évaluation de la qualité de l'eau(Bebba *et al.*, 2015).

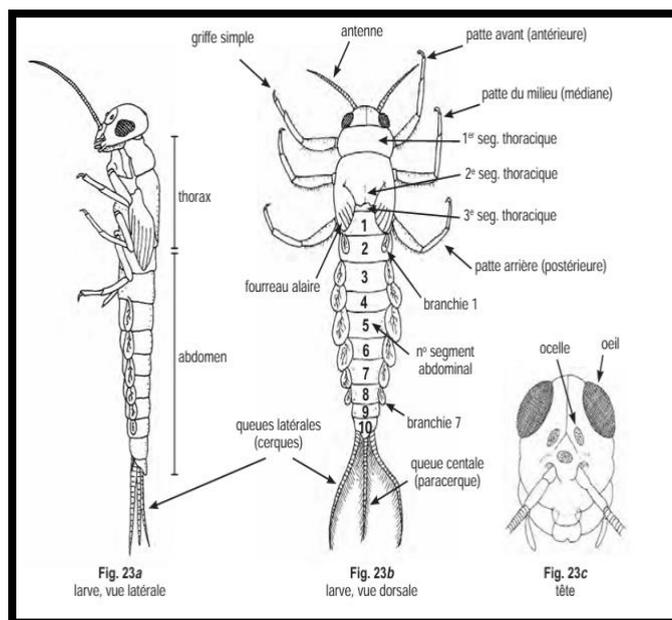


Figure 10: Vue dorsale et latérale d'un Éphéméroptère (Moisan *et al*, 2008).

1.5.2.5 Les Odonates:

Les odonates sont des insectes hémimétables il y a quelque 5500 espèces dans le monde, les larves vivant dans l'eau leur présence au carbonifère c'est la période qui ont trouver les espèces géantes comme les Méganisoptères qui atteindre jusqu'à 75cm d'envergure ces espèce grandes desparu au jurassique ,Les odonats actuel le maximum 15 cm (Tachet,2000).

Il y a 3 sous ordre :

- les zygoptères, “demoiselles” (18 familles)
- les anisoptères“libellules”(11 familles),

Les aniszygoptères ont devloppés ont jurassique les zygoptères sont primitifs que les anisoptères ,Actuelements les sous ordre dominants sont les zygoptères/anisoptères.

- Les aniszygoptères desparu au crétacé

❖ Les Zygoptères

Sont des petits individus au corps fines et tête large , dotés d'un vol faible et peu soutenu. lrs ailes généralement rapproche dessus de l'abdomen ou disposées obliquement vers l'arriere à l'extrémité de l'abdomen nous remarquons trois branchies (Moisan *et al*, 2008).

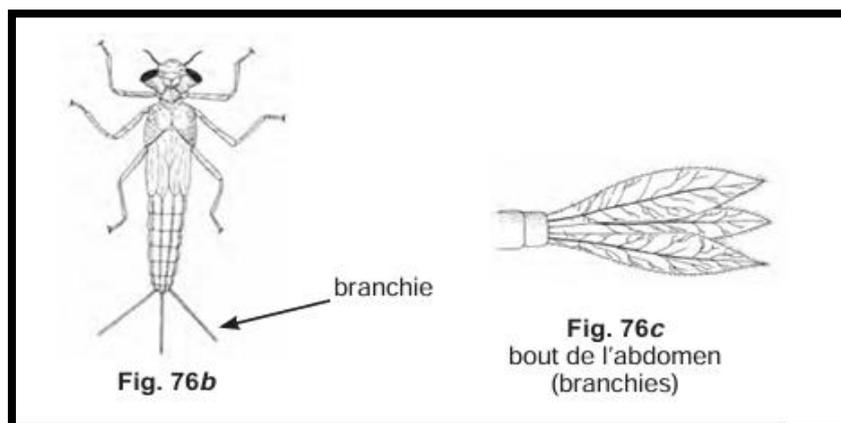


Figure 11: Vue dorsale d'un adulte d'Odonate Zygoptères (Moisan *et al*, 2008).

❖ Les Anisoptères

Sont plus grands et plus robustes que les zygoptères ils ont un vol puissant et soutenu avec corps épais et tête petites que l'abdomen à la fin de l'abdomen il y a des 5 petits pointes triangulaires. Le corps large et grand avec des ailes écartées du corps en position horizontale Les 55000 espèces et 30 familles l'ordre des Odonates sont plus connus sous le nom de Libellules et de Moiselles (Mc Gavin, 2000).

Il y a 3 parti de corps :

- La tête porte les organes visuels (yeux composées) des antennes filiformes et des pièces buccales.
- Le thorax porte 3 paires des pattes locomotrices ainsi que deux paires de fourreaux alaires.
- L'abdomen se termine par des appendices anaux dont la morphologie permet de distinguer les Zygoptères et les Anisoptères (Moisan *et al*, 2008).

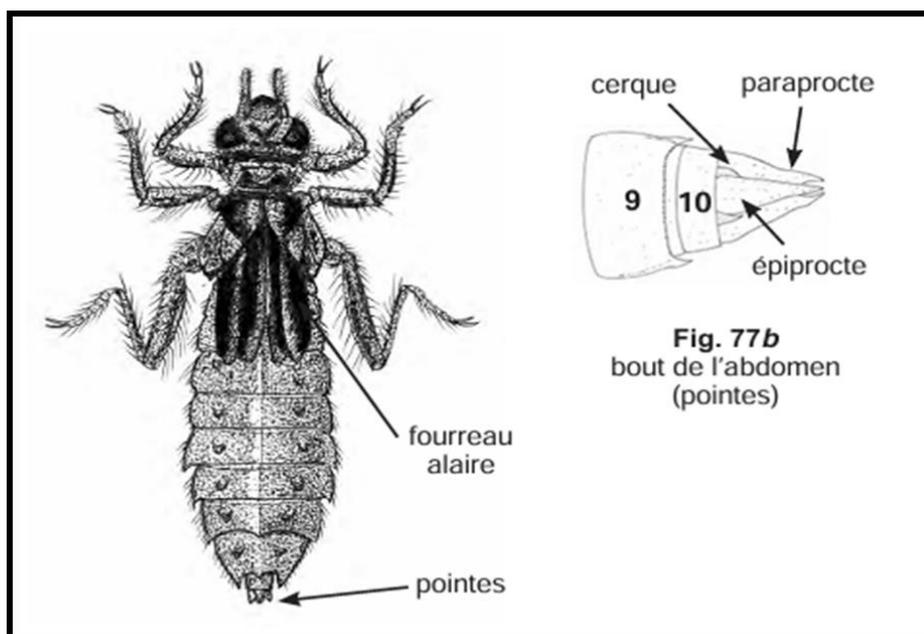


Figure 12: Vue dorsale d'un adulte d'Odonate Anisoptère (Moisan *et al.*, 2008).

1.5.2.6 Les Plécoptères :

Sont des insectes primitifs regroupement environ 700 espèces (Baumont et Cassier, 1983).

Ils apparus sur terre environ 60 millions d'années, les larve mesurent entre 1 et 3 cm ressemblent beaucoup aux adultes ailés, contrairement aux larve d'E'phémères , leur abdomen aporte pas d'appendices branchiaux ,mais il se termine par cerques , Leurs pattes sont constituées de trois segments se terminent par deux griffes (Engelhardt *et al.*, 1998).

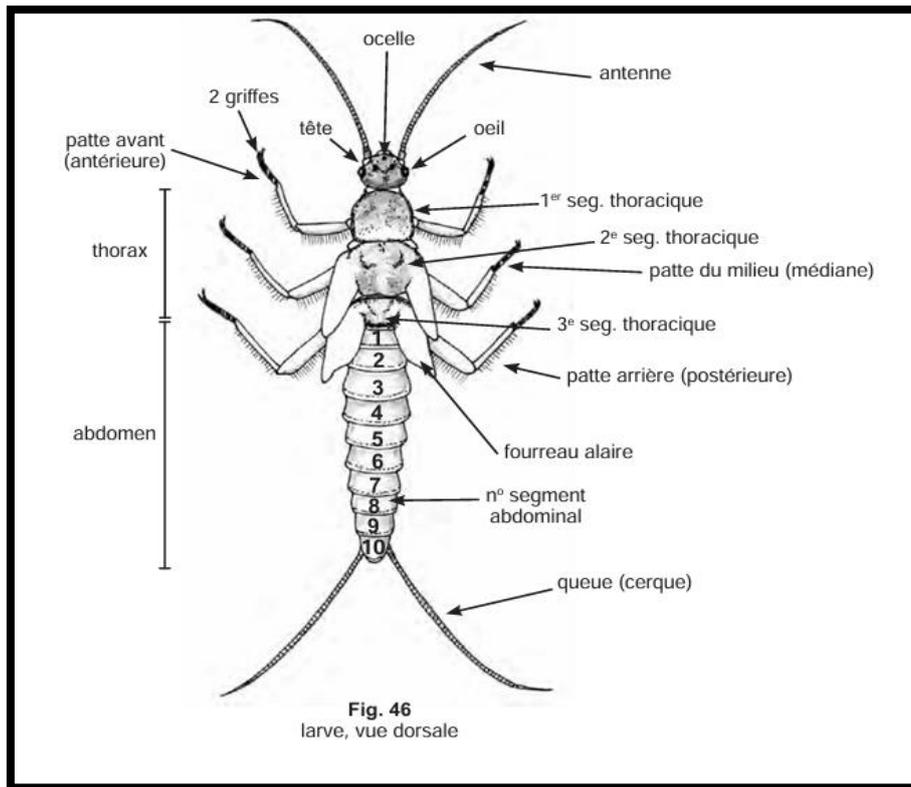


Figure 13:Vue dorsale d'un Plécoptère (Moisan *et al.*, 2008).

1.5.2.7 Les Trichoptères :

Constituent un ordre d'insectes les larves et les nymphes sont aquatique :

- Chez les larve la particulaire principale sont deux crochets anaux, à l'extrémité de l'abdomen ou sur les pseudopodes.
 - La tête et au moins un segment thoracique présente un durcissement.
 - L'abdomen souple comme les chenilles (Moisan *et al*, 2008).
- Les larve fabriquent un étui de matière organique ou minérale caractérisé de leur genre il est important de ne retirer cet étui avant l'edentification.
- Les nymphes reste enfermées dans l'étui de leur longues antennes aussi deux paires d'ailes et pièces buccales croisées -Ils sont bioindicateurs de la qualité de l'eau, sensibles à la pollution certain espèces au de la famille des Hydropsychidae montre un tolérance moyenne aux milieux pollués (Moisan *et al.*2008).

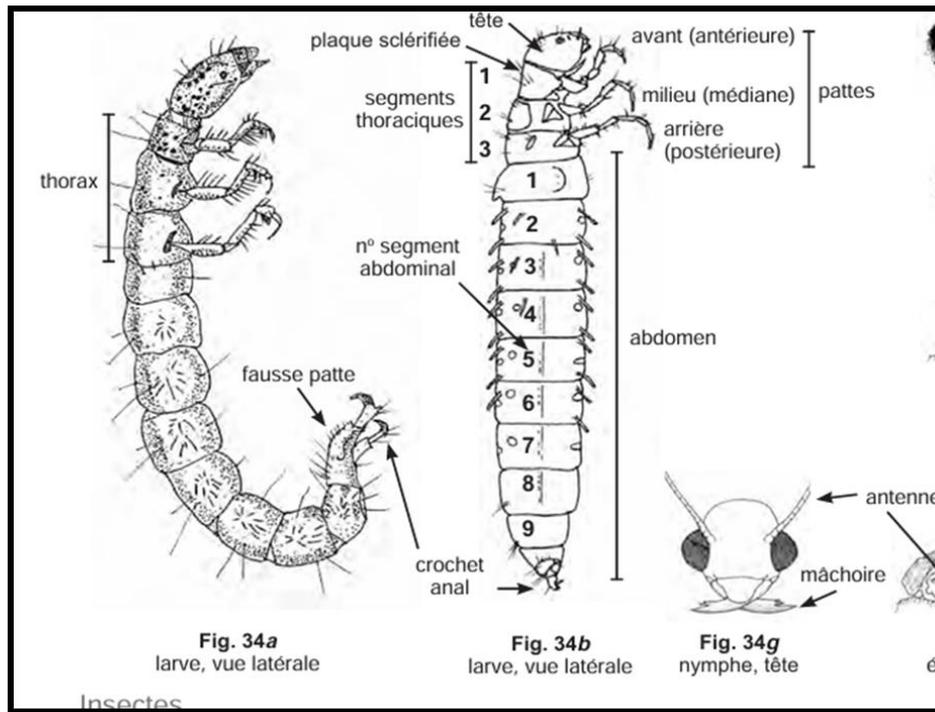


Figure 14: Vue dorsale et latérale d'un Trichoptère (Moisan *et al*, 2008)

1.6 Les macroinvertébrés comme régime alimentaire :

Les consommateurs secondaires de la chaîne trophique dans les mares et les étangs sont les carnivores et les prédateurs avec des tailles variées, ils peuvent être aquatiques, amphibies ou terrestres (Beat et Pierre, 2013).

- Les prédateurs aquatiques on le trouve des micro-organismes unicellulaires : les paramécies qui nourrissent des bactéries.
- Les grandes carnivores : brochet à capable de capturer des amphibiens comme les grenouilles .
- Les zooplanctons aussi des crustacés prédateurs jouant un rôle clé .
- Les macro-invertébrés certains taxons sont carnivores : les odonates. (Beat et Pierre, 2013).

Les autres groupes comme les hydridae , les planaires , les coléoptères et plusieurs héteroptères sont constitués d'espèces prédatrices certains groupes fauniques comme trichoptères les chironomidae est crustacés , les invertébrés généralement non prédateurs comme les Gastéropodes....consomment régulièrement des petits invertébrés présent dans les

débris organiques cette matière animale soit partiellement assimilée elle classe parmi les omnivores. (Beat et Pierre, 2013).

a) Les Vertébrés :

Sont des prédateurs présents dans les mares et les étangs incluent les poissons, les amphibiens, certains oiseaux, mammifère et reptiles le régime alimentaire est composé de zooplancton, d'invertébrés aquatiques / terrestre (Beat et Pierre, 2013).

b) Les poissons : (vertébrés strictement aquatiques)

Sont des principaux vertébrés prédateurs aquatique, consomment du zooplancton, des invertébrés benthiques et pélagiques ainsi que d'autres vertébrés comme les amphibiens. Ils sont communs dans les mares de taille moyenne et grande parfois introduits par l'homme, ils peuvent absents dans les plans d'eau temporaires dans ce cas d'autres groupes de prédateurs (insecte aquatique , triton) (Beat et Pierre, 2013).

c) Les amphibiens:

Les amphibiens, à savoir les têtards ainsi que les grenouilles, crapauds tritons et salamandres adultes, sont de petits prédateurs efficaces qui alternent entre la vie aquatique et terrestre. Ils se nourrissent de zooplancton et d'invertébrés, qu'ils trouvent dans l'eau ou sur la terre, selon l'espèce. Bien qu'ils soient originaires de milieux aquatiques, Ils comptent parmi les premiers vertébrés à avoir colonisé la terre ferme, Mais leur existence reste étroitement liée à l'eau, notamment pour la reproduction. D'ailleurs, leur nom, "amphibien", qui signifie "double vie" en grec, résume parfaitement leur mode de vie. La majorité des espèces pondent leurs oeufs dans l'eau, où se déroule le développement larvaire, que ce soit en eaux stagnantes ou courantes après leur métamorphose- particulièrement spectaculaire chez les grenouilles et les crapauds- les adultes colonisent des milieux terrestres humides, souvent ombragés, où ils mènent une vie discrète, surtout active la nuit(Beat et Pierre, 2013).

1.7. La détermination de la qualité de l'eau par les macroinvertébrés (Bioindicateurs) :

Les macroinvertébrés benthiques sont de bons indicateurs de la santé des milieux aquatiques. Comme ils vivent au fond des rivières ou des lacs et se déplacent peu, ils subissent directement les effets de la pollution sans pouvoir s'en éloigner. Leur grande diversité et leur

sensibilité variable aux polluants permettent de repérer les impacts, qu'ils soient causés par une pollution ponctuelle ou continue.^[4]

Étudier ces organismes complète utilement les analyses chimiques de l'eau. On utilise pour cela des indices qui tiennent compte du niveau de tolérance de chaque espèce à la pollution (voir tableau 1). Quand on observe une majorité d'espèces très tolérantes dans un cours d'eau, cela peut être le signe que la qualité de l'eau est altérée.^[4]

Les espèces considérées comme les plus résistantes à la pollution sont, par exemple, les oligochètes, les chironomes (une famille de diptères), les bivalves et les amphipodes. Ces organismes ont la capacité d'accumuler des substances polluantes dans leur corps sans forcément disparaître.^[4]

À l'inverse, d'autres groupes comme les éphémères, les plécoptères et les trichoptères sont très sensibles à la qualité de l'eau. Leur présence en nombre est souvent un bon indicateur d'un écosystème en bon état. Cela dit, tous les membres d'un même groupe ne réagissent pas de la même façon à la pollution. C'est pourquoi il est important d'identifier les organismes observés de manière précise, au moins jusqu'au niveau de la famille, pour obtenir des résultats fiables et représentatifs de la qualité réelle du milieu.^[4]

Tableau 1: Echelle de tolérance des grands groupes taxonomique :^[3]

Groupes taxonomiques	Échelle de tolérance
Éphéméroptères	SENSIBLE
Crustacés (amphipodes, isopodes)	MOYEN
Mollusques (gastéropodes, bivalves)	MOYEN
Odonates (anisoptères, zygoptères)	MOYEN
Coléoptères	MOYEN
Hémiptères	MOYEN
Diptères (sauf chironomides)	MOYEN
Diptères (chironomides)	TOLERANT
Annélides (oligochètes, sangsues)	TOLERANT

1.8. L'adaptation des macroinvertébrés

Les macroinvertébrés benthiques présentent une diversité morphologique et fonctionnelle remarquable, reflet d'adaptations évolutives leur permettant d'occuper des milieux aquatiques variés. Ces adaptations leur permettent de faire face à des contraintes environnementales telles que le courant, l'oxygénation, la nature du substrat ou encore la disponibilité des ressources alimentaires (Tachet *et al*, 2010).

❖ Adaptations morphologiques :

Certaines espèces possèdent des structures particulières qui leur permettent de résister aux forts courants. Par exemple, un corps aplati, des crochets ou des ventouses facilitent leur ancrage au substrat. Les trichoptères construisent des fourreaux avec des matériaux environnants, ce qui les protège à la fois des prédateurs et de la turbulence de l'eau (Tachet *et al*, 2010).

❖ Adaptations respiratoires :

Les modes de respiration varient en fonction de la disponibilité en oxygène dans l'eau. Certains macroinvertébrés respirent par la peau, d'autres utilisent des branchies ou des trachées. Certaines espèces, comme les chironomidés, sont capables d'accumuler de l'hémoglobine dans leur hémolymphe, leur permettant de survivre dans des milieux pauvres en oxygène (Tachet *et al.*, 2010).

❖ Adaptations alimentaires et comportementales :

Le régime alimentaire des macroinvertébrés dépend fortement de leur habitat. (Tachet *et al.* 2010). les classent en groupes fonctionnels : brouteurs, filtreurs, déchiqueteurs, collecteurs et prédateurs. Cette diversité fonctionnelle traduit une adaptation fine à la disponibilité des ressources dans les différents milieux aquatiques (Tachet *et al*, 2010).

❖ Stratégies de reproduction et cycles de vie :

Les macroinvertébrés adoptent des stratégies reproductives différentes selon la stabilité de leur habitat. Certaines espèces ont un cycle de vie court et une reproduction rapide, ce qui leur permet de coloniser rapidement des milieux instables ou temporaires. D'autres, vivant dans des environnements plus stables, ont des cycles de vie plus longs. Ces choix dépendent notamment du régime hydrologique et de la qualité de l'eau (Tachet *et al*, 2010).

❖ **Des indicateurs biologiques efficaces :**

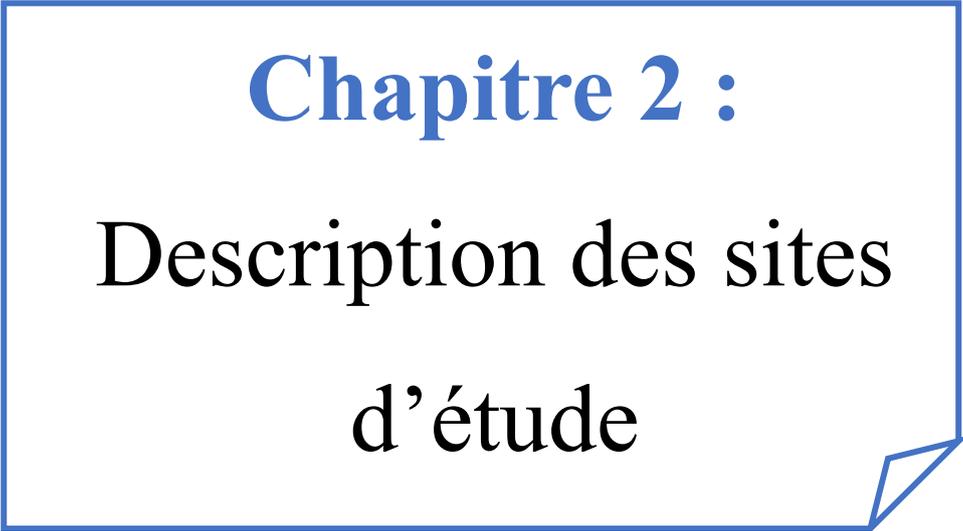
Grâce à cette diversité d'adaptations, les macroinvertébrés sont largement utilisés comme bioindicateurs. Leur diversité, leurs traits fonctionnels et leur sensibilité à la pollution permettent de détecter les effets des pressions anthropiques sur les écosystèmes aquatiques (Tachet *et al*, 2010).

Les macroinvertébrés sont les invertébrés aquatiques vivant dans le fond d'eau, la taille des macroinvertébrés dépasse 1mm, la plupart associées aux écosystèmes d'eau douce à la classe d'insectes. (Ramade, 1998).

1.9. Utilité d'étude des macroinvertébrés :

Dans les écosystèmes aquatiques, les macroinvertébrés sont de bons indicateurs de la santé du système aquatique actuel. Ils intègrent les effets synergiques avec les perturbations physique, chimique, biologique des barrages et les mares, La surveillance des macroinvertébrés est utile pour connaître la pollution et les effets de changements réels dans les habitats aquatiques et l'écosystème aquatique, ainsi que pour :

- Évaluation de l'état de santé des systèmes écosystémiques aquatiques.
- Suivre l'évolution de l'état de qualité de l'eau et des habitats.
- Identifier l'origine des pollutions et analyser leurs conséquences sur le fonctionnement de l'écosystème.
- La vérification de la source de pollution et la compréhension de son impact sur l'intégrité de l'écosystème.
- fait de la cartographie de la biodiversité benthique à l'écosystème aquatique (Moisan, 2010).



Chapitre 2 :
Description des sites
d'étude

2.1. Présentation de la zone d'étude :

2.1.1 Situation géographique :

a) Localisation :

Le Barrage Zouabi d'Oued Charef se trouve dans la wilaya de Souk-Ahras, précisément sur l'oued Charef, qui fait partie du bassin versant de la Seybouse. Il est situé à environ 20 kilomètres de la ville de Sedrata et à 15 kilomètres du point de confluence entre l'oued Charef et l'oued Nil. ^[5]

Année de construction : 1988

Année de mise en eau : 1995 · ^[5]

B) Utilisation :

Le Barrage a pour principale vocation l'approvisionnement en eau potable et industrielle des villes d'Aïn Beïda et d'Oum El Bouaghi. Il permet également l'irrigation des terres agricoles situées dans la plaine de Ksar Sbaihi. ^[5]

2.1.2. Description générale de Barrage Zouabi :

Fiche technique du barrage zouabi :

- Nom : Foug El Khanga (Barrage Zouabi)
- Commune : Zouabi
- Daïra : Sedrata
- Wilaya : Souk-Ahras
- Localisation : la wilaya de Souk-Ahras
- Latitude :36,452°N
- Longitude :7,229°E
- Altitude :365m ^[5]

Caractéristiques techniques :

- Type de barrage :Enrochement
- Capacité totale : 157hm³
- Capacité au dernier levé : 152,65 hm³
- Apport moyenne annuel :32,98 hm³
- Volume régularisé :30 hm³/an

- Niveau de la crête :291 m
- Niveau de la retenue maximal :252 m
- Largeur de la crête :9 m
- Longueur de la crête :460 m
- Hauteur au-dessus du fond de la vallée :60 m ^[5]

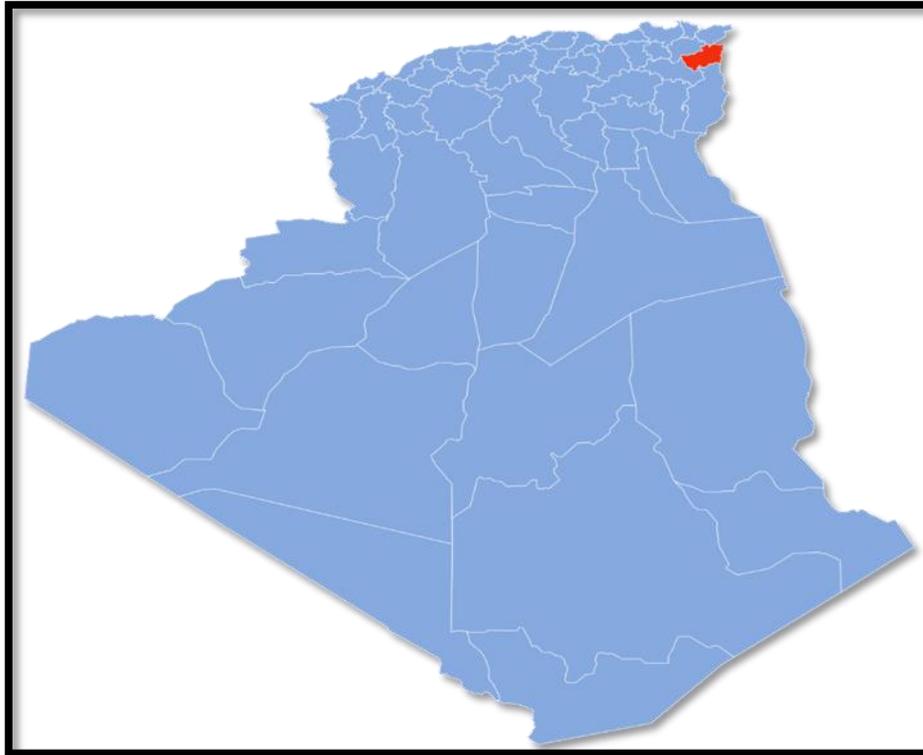


Figure 15: Situation géographique de wilaya de Souk Ahras en Algérie

2.2. Description des stations :

Station 1 :

La première station se distingue par sa localisation au sommet du barrage caractérisée par une nature sablonneuse et des eaux stagnantes avec une couverture végétale très faible, presque inexistante estimée à seulement 20% en raison de la nature de la zone. Cette station est localisée par GPS .

- Nom de l'appareil : Garmin GPS72
- Mode de positionnement : Différentiel 3D
- Élévation :738,1 m
- Précision :6,7m
- Latitude : N36° 06,246'
- Longitude : E007° 22,746'

Station 2 :

La deuxième station se distingue par sa localisation au milieu de barrage caractérisée par le sol dans la terre des eaux stagnantes avec une couverture végétale moyenne en raison de la présence de quelque arbustes, la couverture végétale estimée à seulement 40% en raison de la nature de la zone.

Cette station est localisée par GPS.

- Nom de l'appareil : Garmin GPS72
- Mode de positionnement : Différentiel 3D
- Elévation : 735,9m
- Précision : 14,9m
- Latitude : N36° 04,566'
- Longitude : E007° 23.135'

Station 3 :

La troisième station se distingue par son emplacement dans la dernière partie du barrage. Elle se caractérise par une nature argileuse et eaux courante par apport aux les autres stations avec une couverture végétale dense couvert des arbres et des plantes, la couverture estimée à 80% en raison de la nature de la zone .

Cette station est localisée par GPS.

- Nom de l'appareil : Garmin GPS72
- Mode de positionnement : Différentiel 3D
- Elévation : 757,9 m
- Précision : 6,2 m
- Latitude : N36° 03.615'
- Longitude : E007° 27.283'

Les photos des stations :



Photo 1: Station 1 (cliché Amouchi ,2025)



Photo 2: Deux photos de station 2 (cliché Amouchi, 2025)



Photo 3: Deux photos de station 3 (cliché Amouchi , 2025)

2.3. Climatologie

2.3.1 L'humidité :

L'humidité relative est étroitement liée à la température et aux précipitations. Elle est plus élevée en hiver (80–90 %) lors des périodes de pluie, et chute en été (40–50 %) en raison de la sécheresse et des températures élevées. Ce paramètre joue un rôle crucial dans les processus d'évaporation du barrage affecter la croissance des culture et augmenter les besoin en irrigation (Bouraoui *et al*, 2016).

2.3.2. Le vent

Le vent est un phénomène naturel invisible, mais nous le ressentons. Il exprime le mouvement des molécules d'air horizontalement ou presque horizontalement d'un endroit à un autre, et l'air se déplace généralement des zones à haute pression atmosphérique vers celles à basse pression atmosphérique. Le mouvement de ces molécules est affecté par le mouvement et la rotation de la Terre autour de son axe et du Soleil, et ainsi il varie en termes de formation, de vitesse, de durée et de direction.

2.3.3. Les précipitations :

Comprennent toutes les eaux atmosphériques qui tombent sur la surface de la terre, que ce soit sous forme liquide (brume, pluie, averses) ou sous forme solide (neige, glace, grêle), ainsi que les précipitations dites invisibles ou déposées (rosée, givre blanc, couverture, etc.). Ces précipitations se produisent à la suite d'un changement de température ou de pression (Moussi et Haji, 2004). Les précipitations sont un facteur climatique très important qui influence l'écoulement saisonnier et donc le système des cours d'eau ainsi que le système des eaux souterraines.

2.3.4. La température :

La température est affectée par l'altitude, la distance par rapport au niveau de la mer et la topographie. Plus l'altitude augmente, plus il fait froid. La mer atténue les températures près de la côte, tandis que les formes de terrain (montagnes, vallées) peuvent créer des variations locales (Dajoz, 1985).

Tableau 2:Données climatiques d'une année Avril 2024 -Mars 2025 températures et précipitation (wilaya de souk Ahras) [6]

Mois	Temp Max (°C)	Temp Min (°C)	Temp Moy (°C)	Précipitations (mm)
Avril 2024	19.9	8.4	13.9	45.3
Mai 2024	24.6	11.9	18.3	39.2
Juin 2024	32.1	17.6	24.9	16.8
Juillet 2024	36.2	20.7	28.4	4.2
Août 2024	35.6	20.4	28	3.1
Septembre 2024	30.4	17.2	23.8	12.5
Octobre 2024	24.2	13	18.6	28.7
Novembre 2024	18.6	8.6	13.6	54.1
Décembre 2024	13.2	5.5	9.3	67.2
Janvier 2025	11.9	4.7	9.2	52.8
Février 2025	17.4	7.9	13.1	38.6
Mars 2025	22.1	11.4	16.8	26.3

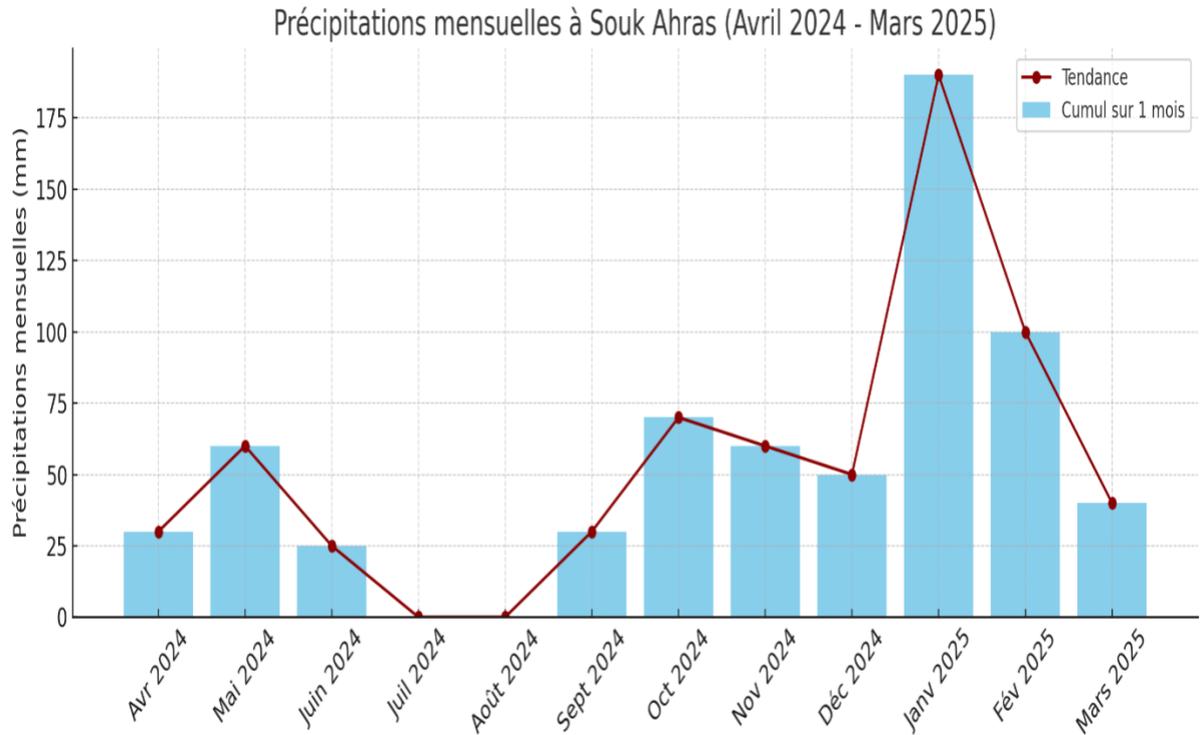


Figure 16: Précipitation (mm) moyennes mensuelles enregistrées dans la station météorologique de Souk Ahras (avril 2024-Mars 2025) [6]

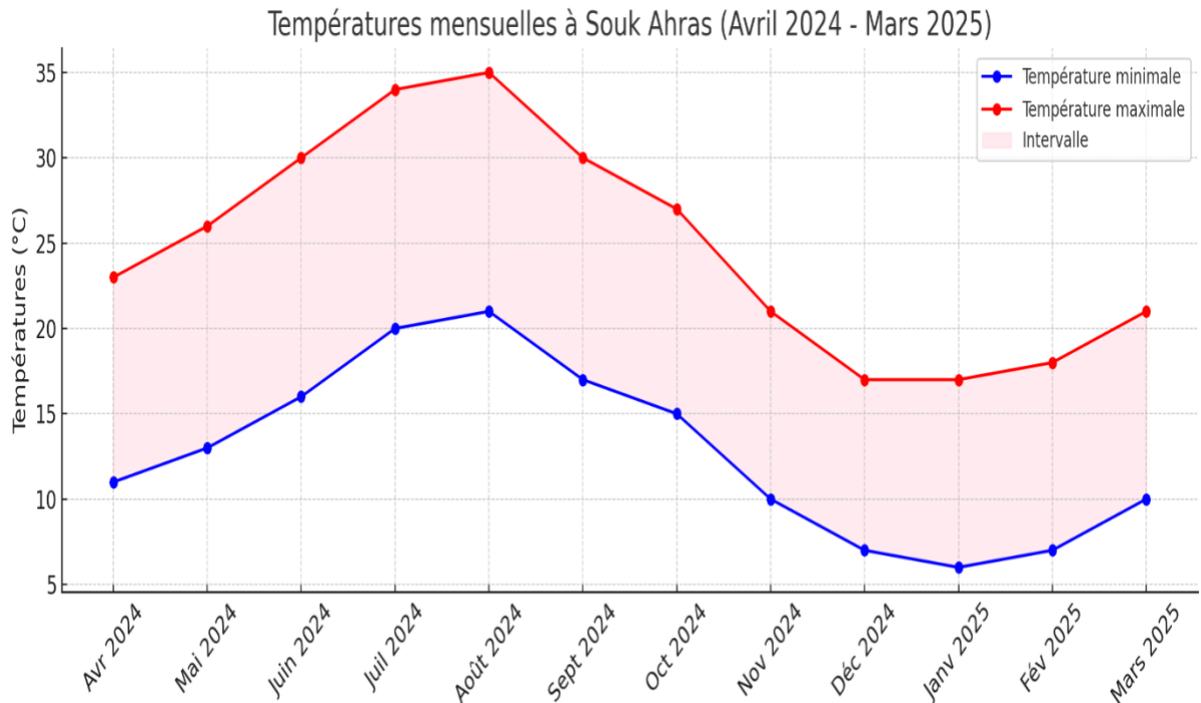


Figure 17: Températures moyennes mensuelles enregistrées dans la station Météorologique de Souk Ahras (avril 2024-Mars 2025) [6]

2.4. Bioclimat

2.4.1. Climmagrame d'Emberger

En 1955, Emberger a classé les climats méditerranéens en prenant en compte deux facteurs essentiels : les précipitations et la température.

$$Q = \frac{p}{1000} \times \frac{[M+m]}{2} \times [M-m]$$

Q = quotient pluviométrique

P = précipitations moyennes annuelles

M = température des maxima du mois le plus chaud (°K)

m = température des minima du mois le plus froid (°K)

- Le quotient pluviométrique $Q=74,6$ la région de Souk Ahras est localisée dans l'étage bioclimatique semi- aride
- température moyenne annuelle estimée à 15°C

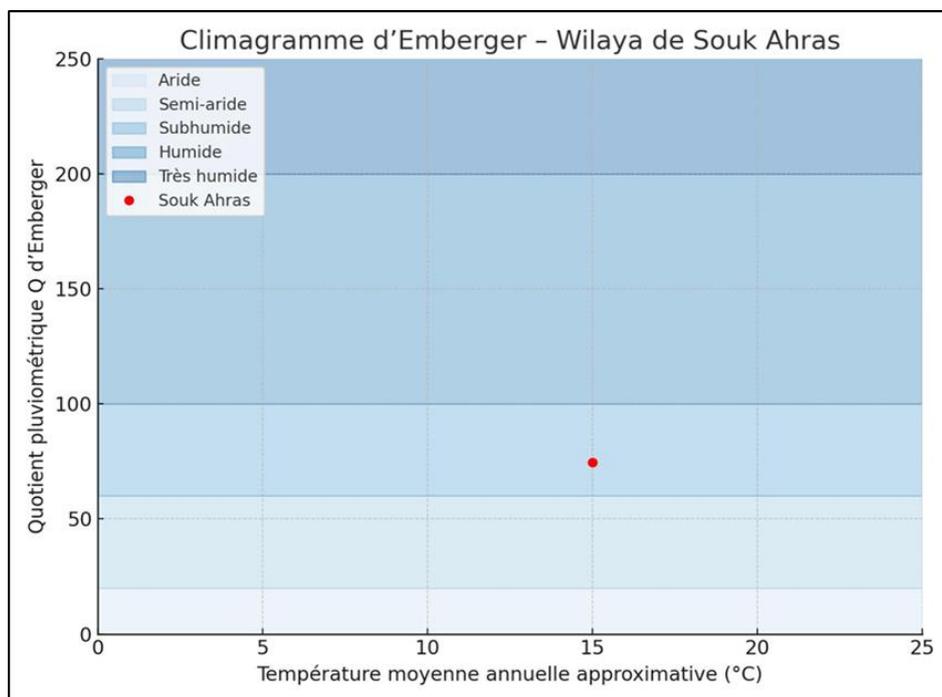


Figure 18: Climmagrame d'Emberger de station météorologique de Souk Ahras (2024-2025) [6]

2.4.2. Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен :

Pour établir le diagramme de température supérieure selon la méthode de Bagnolet et Goussin (1957), on utilise les données climatiques représentées par les quantités de pluie annuelle et les températures moyennes sur plusieurs années. L'objectif est de distinguer les périodes sèches et humides. L'analyse des courbes extraites a permis de définir deux saisons distinctes à la station de Souk Ahras.

- **Période humide :** D'Octobre à Mars
- **Période sèche :** De Mai à Septembre
- **La valeur maximale de précipitation et double de température**

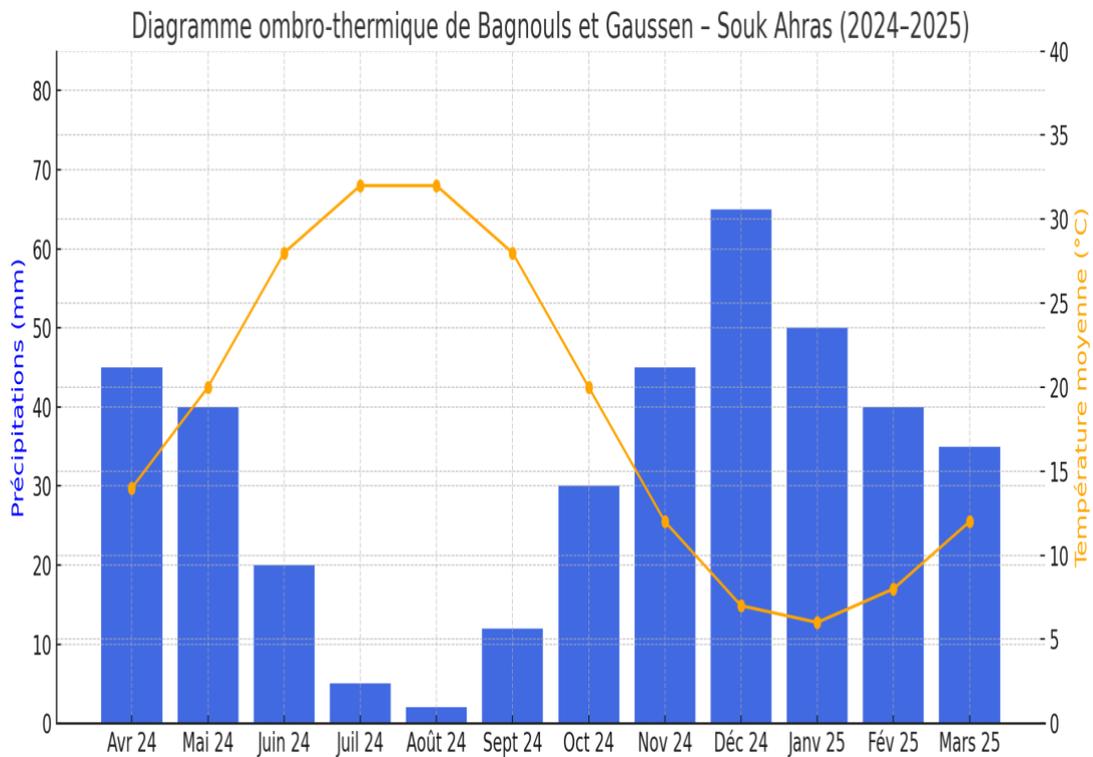
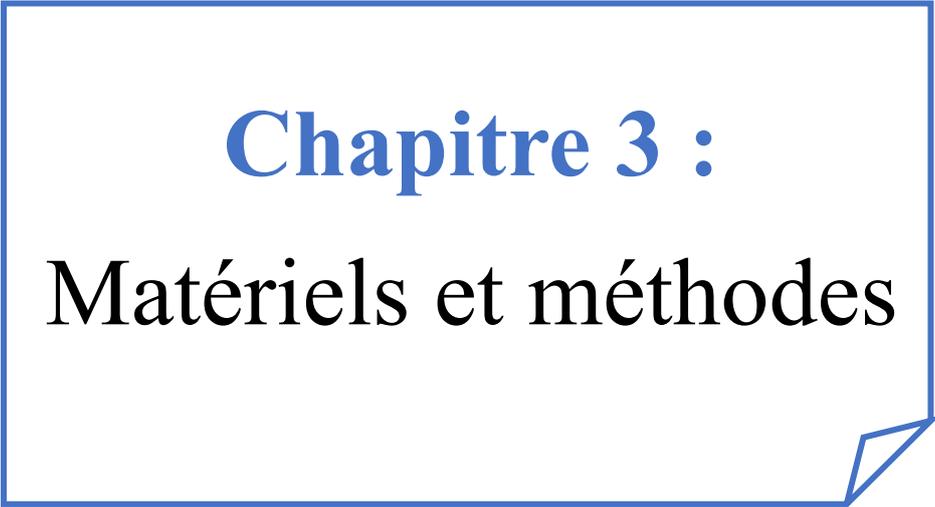


Figure 19: Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен de la station météorologique de Souk Ahras (2024- 2025) [6]



Chapitre 3 :
Matériels et méthodes

1. Matériel expérimental :

1.1. Sur terrain:

- Une épuisette pour la collecte des taxons faunistique, avec un diamètre de 1mm.
- Des bouteilles en plastiques.
- Des fiches techniques.
- Un appareil photo numérique.
- Bottes.
- Des gants.
- Une pince.
- Un carnet.

1.2. Au laboratoire :

Le matériel utilisé au laboratoire c'est :

- Paillasse de laboratoire.
- Une loupe binoculaire.
- Des boites de pétri.
- Des pinceaux.
- Des flacons en plastique.
- Des pinces.
- Des étiquettes.
- Des guides pour identifier le matériel biologique.
- Ethanol (80%) pour la conservation des échantillons.
- Filtre

Sur terrain :



PHOTO 4:: APPAREIL PHOTO



PHOTO 5::LES GANTS



PHOTO 6: PINCE



photo 7: bouteilles en plastiques



PHOTO 8: FILTRE



photo 9: Bottes



PHOTO 10: FLACONS EN PLASTIQUES

Au laboratoire :

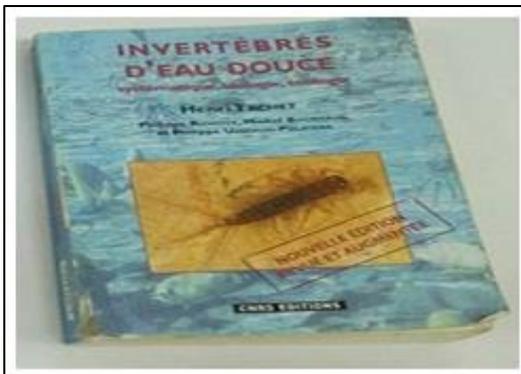


PHOTO 12 : GUIDE



photo 11: carnet



Photo 13: Loupe binoculaires



Photo 15: Dépouillement



PHOTO 14: MATÉRIEL UTILISÉ



photo 16 : Identification sous la loupe

2- Choix des sites :

Le choix de trois sites a été réalisé par **Dr Bouhala Zineb** il est basé sur les critères suivants :

- ✓ Les trois stations appartiennent à la même région (barrage zouabi). Ils partagent Ainsi des conditions climatiques semblables.
- ✓ Les milieux étudiés sont un barrage caractérisé par des eaux stagnantes qui favorisent le développement de divers types de macroinvertébrés, bien que les substrats qu'il abrite soient variés et non uniformes.
- ✓ Les trois zones du barrage de Zouabi ont été sélectionnées pour cette étude en raison de leur richesse biologique remarquable malgré leurs différences écologiques marquées.
 - **La première** se caractérise par un substrat sablonneux et une couverture végétale faible (offrant un habitat spécifique à certaines espèces adaptées à des conditions plus ouvertes)
 - **La deuxième** présente un sol de nature pédologique avec une couverture végétale moyenne (favorise une biodiversité intermédiaire combinant espèces pionnières et plus spéciale)
 - **La troisième** à substrat argileux se distingue par une végétation très dense (créant un environnement stable et riche propice au développement d'une grande variété de macro-invertébrés)
- ✓ Cette diversité de conditions écologiques au sein de barrage permet une comparaison intéressante des communautés biologiques selon les caractéristiques du milieu

3. Collectes et traitement des échantillonnages :

3.1. Sur terrain :

Le collecte des échantillons a été réalisée durant la période d'étude allons de décembre 2024 jusqu'à mars 2025. Le plan d'échantillonnage basé sur les macro-invertébrés. La technique de récolte consistait à utiliser une épuisette. Les coups de filet étant effectués au milieu et en bordure des berges et les parties à forte végétation aquatique ainsi qu'au fond dans les parties boueuses.

Le contenu d'épuisette est récupéré dans les flacons en plastique sur les quels noms et dates de prélèvements sont inscrits.

3.2. Au laboratoire :

Les échantillons ainsi obtenus sont conservés dans du éthanol 80%

Pour être par la suite triés, identifiés sous la loupe binoculaire, comptés, rangés par ordre dans le laboratoire dans des flacons en verre remplis d'éthanol en précisant les différents taxons avec la date et les sites de prélèvement.

NB : l'identification des spécimens nécessite l'utilisation des clés de déterminations et des guides.

4. Analyse des données :

4.1. L'organisation des peuplements :

Une fois que la liste des taxons animales d'un peuplement a été établie, il est possible de déterminer un certain nombre de caractéristiques :

4.2. L'abondance :

Correspond au nombre d'individus échantillonnés par taxon.

4.3. La fréquence :

Elle peut s'exprimer par le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

S'exprimer sous forme de pourcentage d'où :

$$C = \frac{p}{P} * 1000$$

- **P***: le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.
- **P**: le nombre total de relevés effectués. (Debbiche, 2009).

4.4. La richesse spécifique :

La richesse spécifique, c'est le nombre total d'espèces présentes dans un groupe (Blondel, 1975). Ce coefficient nous donne des infos sur la qualité de l'environnement. Plus un groupe est riche, plus l'environnement est complexe et donc plus stable.

4.5. La structure d'un peuplement :

4.5.1. Indice de diversité de Shannon-Wiener :

Cet indice à l'avantage de faire intervenir l'abondance des espèces, il se calcule à l'aide de la formule suivante :

- **H'**=
- **H'** : indice de biodiversité de Shannon.

- **i** : une espèce de milieu d'étude.
- **P_i** : proportion d'une espèce *i* par rapport au nombre total d'espèces (*S*) dans le milieu d'étude

(ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :

$$P(i) = n_i / N$$

n_i : le nombre d'individus pour l'espèce *i*

N : l'effectif total (les individus de toutes les espèces).

- Cet indice s'exprime en bit (unité d'information) et mesure le niveau de complexité d'un peuplement. Un indice de diversité élevé correspond à un peuplement diversifié et équilibré (Meziane, 2009).

4.5.2. Indice d'Équitabilité (équirépartition) :

L'équitabilité constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité (Ramade, 1984). Cet indice sert à comparer les diversités de deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes, elle s'exprime comme suit :

$$E = H' / H_{\max}$$

- **H_{max}** : la diversité maximale ($H_{\max} = \log(S)$)
- **S** : le nombre d'espèces formant le peuplement.
- **H** : indice de diversité.

4.5.3. Indice de Jaccard-Tanimoto :

Permet de quantifier la similarité entre habitats. si l'indice se rapproche de 1 cela veut dire que les espèces sont communes et donc partagent les mêmes conditions environnementales.

$$C_j = j / (a + b - j)$$

- **J** : nombre d'espèces communes aux 2 communautés
- **a** : nombre total d'espèces dans la communauté 1
- **b** : nombre total d'espèces dans la communauté 2

5. Mesure des paramètres physico-chimiques :

Nous avons effectué des mesures mensuelles pour chaque station : pour prélever des échantillons des organismes invertébrés majeurs. Nous avons suivi les étapes suivantes dans notre travail : tout d'abord, nous mesurons les différents paramètres physiques et chimiques à chaque site, y compris : la mesure par multi-paramètre

5. 1. la Température (T):

La température de l'eau affecte de nombreux autres paramètres, en particulier l'oxygène : Plus la température de l'eau augmente, moins il y a d'oxygène dissous. Elle joue un rôle important dans le développement, la croissance et le cycle de vie de la plupart des insectes aquatiques (Tachet *et al*, 2010) .

5. 2. La Conductivité :

Mesure le passage de l'électricité entre deux électrodes plongées dans l'eau. La mesure de la conductivité permet d'apprécier les matières en solution dans l'eau

Donc le degré de minéralisation globale de l'eau (Rodier *et al*,2009)

Tableau 3: Rapport entre la conductivité et la minéralisation (Rodier, 1996).

Conductivité	Minéralisation
0-100 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation très faible
100-200 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation faible
200-333 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
333-666 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation accentuée
666-1000 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation importante
> 1000 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation élevée

5.3. La Turbidité :

La turbidité indique le degré de transparence de l'eau et dépend de la présence de particules en suspension comme l'argile, les acides humiques ou les polluants. Elle a été mesurée en laboratoire à l'aide d'un turbidimètre, selon la méthode standardisée par spectrométrie. Les résultats sont exprimés en unités de turbidité néphélogométrique (UTN).

- **NTU < 5 => eau claire**
- **NTU < 30 => eau légèrement trouble**
- **NTU > 50 => Eau trouble.**

5. 4. L'oxygène :

L'oxygène est l'un des critères les plus importants dans la vie aquatique. Sa présence est essentielle pour la respiration des organismes aérobies. L'oxygène de l'écosystème des eaux douces provient de plusieurs sources. La plus importante est l'atmosphère, où l'eau absorbe l'oxygène par l'action du vent et des vagues. De plus, il y a la photosynthèse. (Les micro-organismes végétaux comme les algues unicellulaires et les cyanobactéries et d'autres plantes aquatiques) fixent le dioxyde de carbone de l'eau en utilisant l'énergie solaire et les molécules d'eau, et libèrent de l'oxygène dans le milieu (Huguette, 2006). Pour mesurer l'oxygène dissous, nous avons utilisé un appareil de mesure de l'oxygène de terrain équipé d'une sonde spéciale.

5.5. Potentiel d'hydrogène :

Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau, Il traduit la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. La valeur de 7 étant le pH de neutralité, Le pH doit être compris entre 6 et 9 pour permettre la vie aquatique.

Tableau 4: Classification des eaux d'après leur pH (Anonyme, 1996-2002)

PH	Caractéristiques de l'eau
pH < 5	Acidité forte : présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
pH = 7	pH neutre.
7 < pH < 8	Neutralité approchée : majorités des eaux de surface.
5.5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense.

5. 6. La profondeur :

La profondeur l'eau est une variante environnementale très importante, elle influence le réchauffement des eaux et donc l'installation et la prolifération de la faune et de la flore thermophile. La profondeur de l'eau agit sur la teneur en oxygène . Les mesures de la profondeur sont effectuées à chaque prélèvement à l'aide d'un manche en bois graduée

Chapitre 4 :

Résultats et discussions

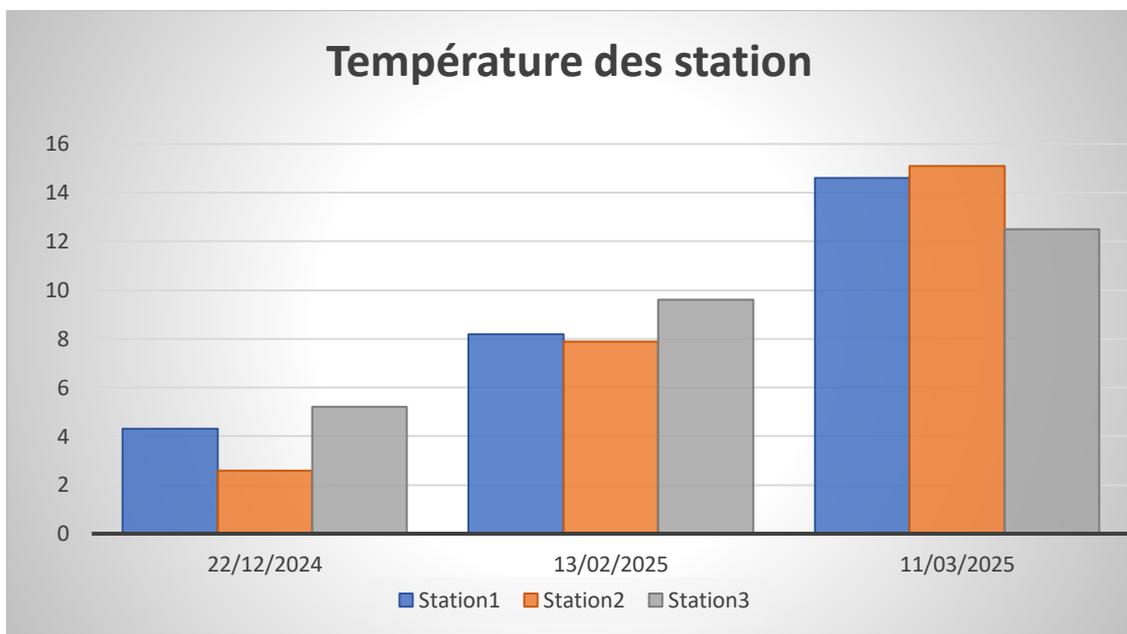
1. Analyse des paramètres physico-chimiques :

1.1. La température :

La température joue un rôle important dans le développement, la croissance et le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques. Elle peut agir également sur la localisation des espèces et la densité des populations. Durant toute la période d'étude, la moyenne des températures varie entre (2,6 à 15,1) différences de températures existent entre les trois stations ,on remarque qu'il ya une élévation progressive des valeurs de décembre à mars où elles atteignent leurs maximums. Ces valeurs sont en concordance avec la profondeur de chaque station.(Tachet *et al*,2010) .

Tableau 5: Variations mensuelles de la température des trois stations

Température(°)	22/12/2024	13/02/2025	11/03/2025	Moyenne	écart type
Station1	4,3	8,2	14,6	9,03	5,2
Station2	2,6	7,9	15,1	8,58	6,27
Station3	5,2	9,6	12,5	9,1	3,68



A.

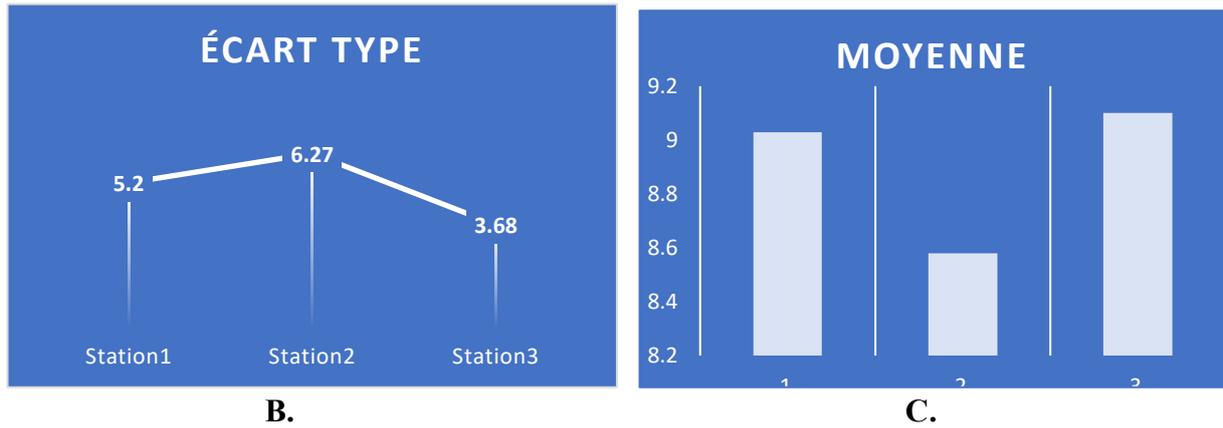


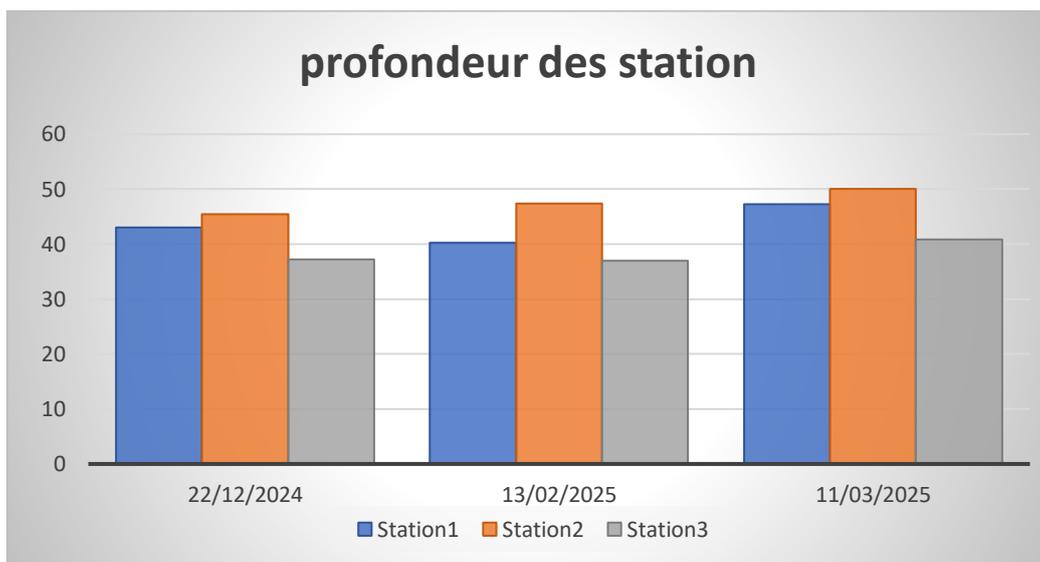
Figure 20: a) b) c) :.Variations moyennes et mensuelles de la température de l'eau des 3 station

1.2. Le profondeur:

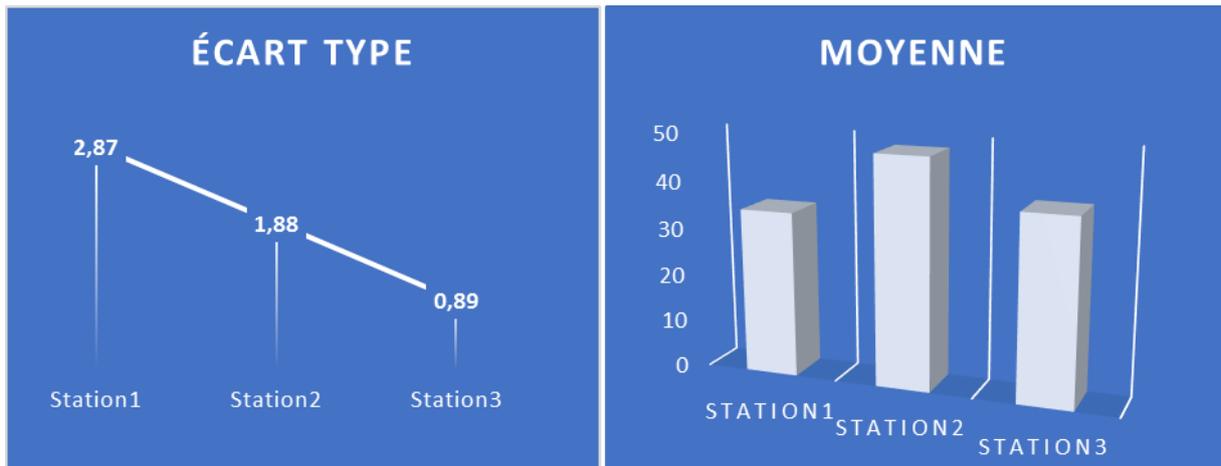
la station 2 affiche la profondeur moyenne la plus élevée (47,67cm), avec une variation modérée ce qui peut être une situation relativement stable, cependant, la station 3 était la moins profonde de (38,33 cm) et la plus stable écart type, la station 1 était intermédiaire et reflétait une situation plus dynamique à (41,67cm) en moyenne mais avec une variabilité plus remarquable de l'écart type (0,68)

Tableau 6: Variations mensuelles du profondeur dissous de l'eau des trois stations.

Profondeur(cm)	22/12/2024	13/02/2025	11/03/2025	Moyenne	écart type
Station1	43	40,3	47,3	34,53	2,87
Station2	45,5	47,4	50,1	47,67	1,88
Station3	37,2	37	40,8	38,33	0,89



a)



b)

c)

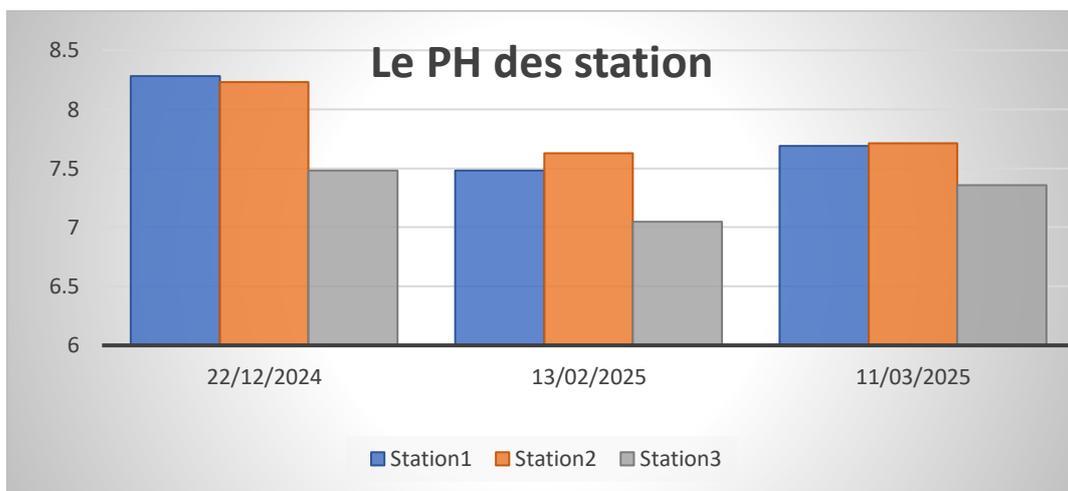
Figure 21:a) b) c) :Variations moyennes et mensuelles de la profondeur de l'eau des 3 stations

1.3. Le pH :

Le pH est alcalin et les valeurs moyennes varient très peu

Tableau 7:Variations mensuelles du pH dissous de l'eau des trois stations

PH	22/12/2024	13/02/2025	11/03/2025	Moyenne	Ecart type
Station1	8,28	7,48	7,69	7,82	0,41
Station2	8,23	7,63	7,71	7,86	0,31
Station3	7,48	7,05	7,36	7,3	0,22



a)

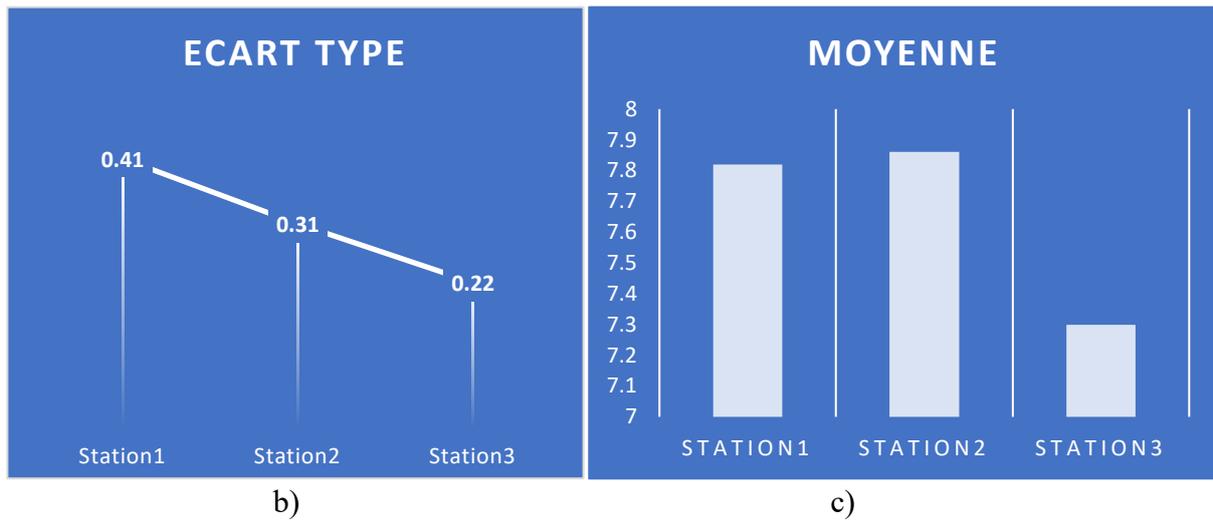


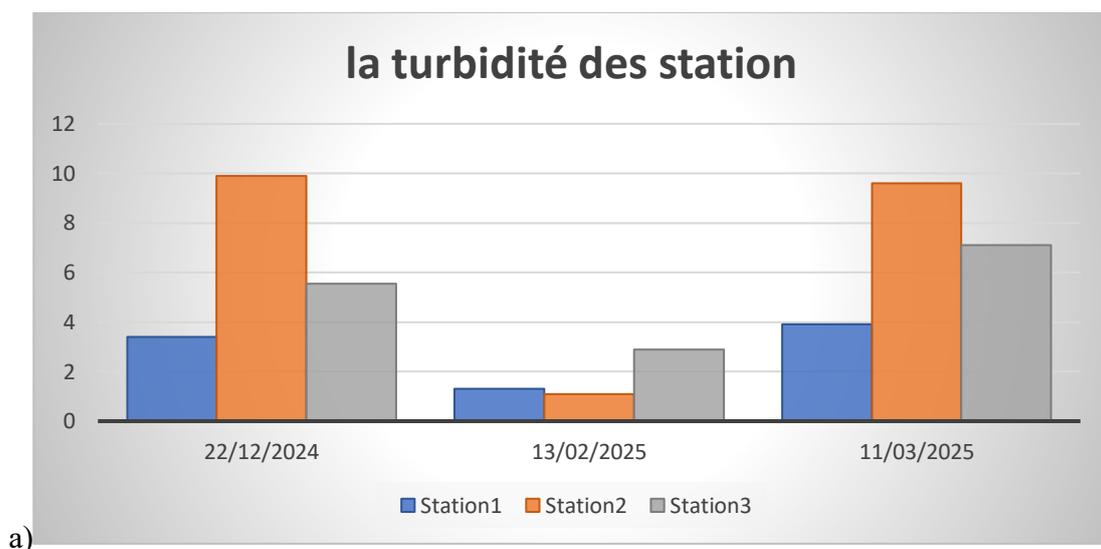
Figure 22: a) b) c).Variations moyennes et mensuelles du pH de l'eau des trois stations

1.4. La turbidité:

La turbidité varie d’une station à l’autre, la station 1 est stable avec des valeurs basses, la station 2 montre une forte variation et des pics élevés, tandis que la station 3 présente des valeurs modérées avec une variation moyenne, cela doit certainement rapport avec la différence entre l’environnement ou les activités à proximité de chaque station

Tableau 8: Variations mensuelles du turbidité dissous de l'eau des trois stations

Turbidité(NTU)	22/12/2024	13/02/2025	11/03/2025	moyenne	écart type
Station1	3,4	1,3	3,9	2,87	1,13
Station2	9,89	1,1	9,6	6,86	4,08
Station3	5,55	2,9	7,1	5,18	1,73



B)

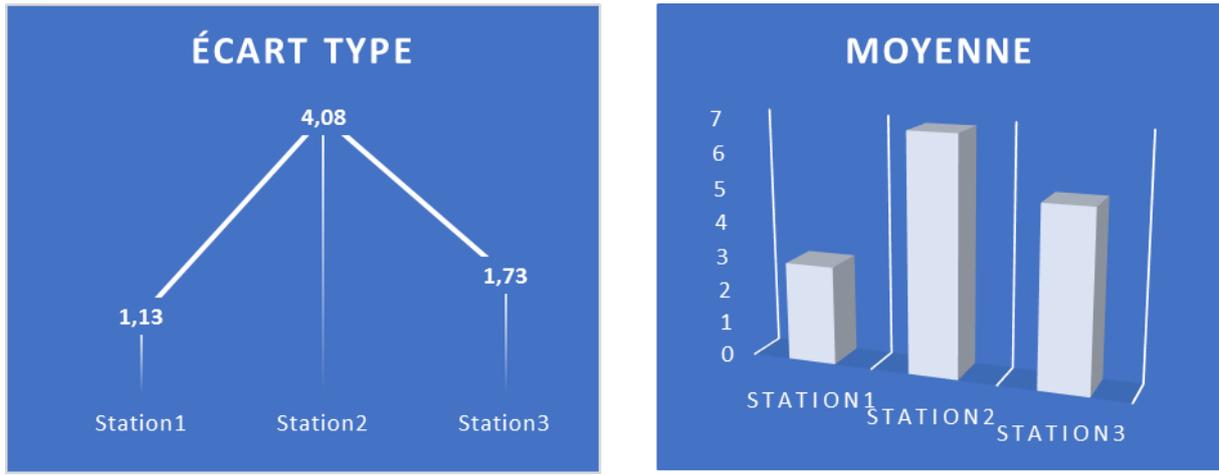


Figure 23: a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de la turbidité de l'eau des trois stations

1.5. La conductivité:

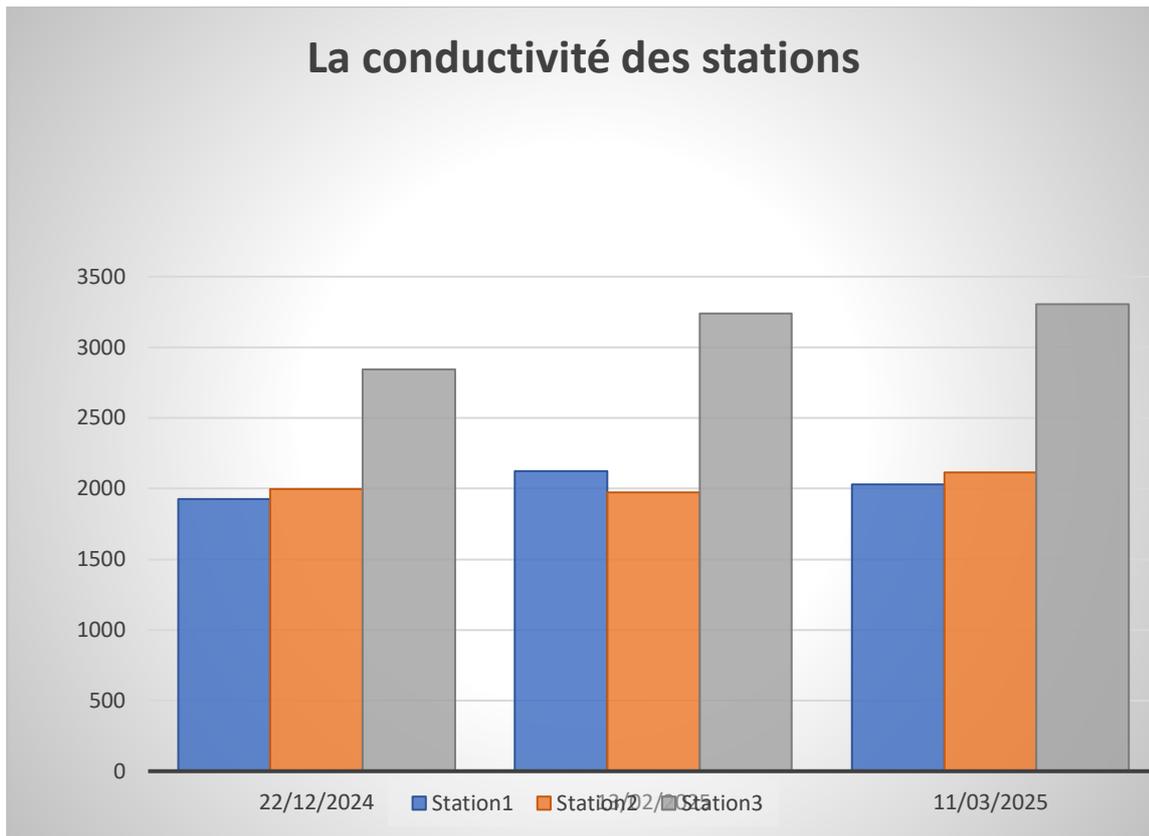
Les mesures de conductivité montrent que l'eau de la station 3 est plus minéralisée, avec une moyenne de 3129 s/cm , contre 2026 s/cm pour la station 1 , et 2030 s/ cm pour la station 2 . station 3 à une conductivité élevée et une forte variation d'écart type 236,48.

S'expliquer par une concentration plus importante en ions dissous, probablement liée à une influence anthropique ou à des caractéristiques géologiques particulières.

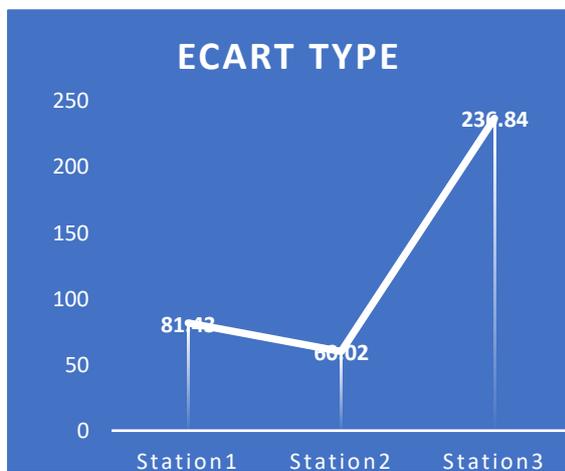
Les stations 1 et 2 présentent des conductivités proches, avec une faible variabilité indiquant une stabilité relative de la minéralisation de l'eau dans ces zones.

Tableau 9:Variations mensuelles de la conductivité de l'eau des trois stations.

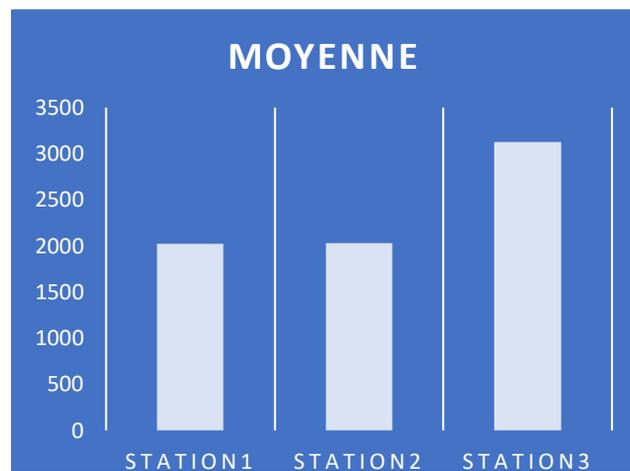
Conductivité(us/cm)	22/12/2024	13/02/2025	11/03/2025	moyenne	ecart type
Station1	1926	2122	2031	2026,33	81,43
Station2	1998	1974	2116	2030,67	60,02
Station3	2842	3241	3304	3129	236,84



a)



b)



c)

Figure 24;a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de la conductivité de l'eau des trois stations.

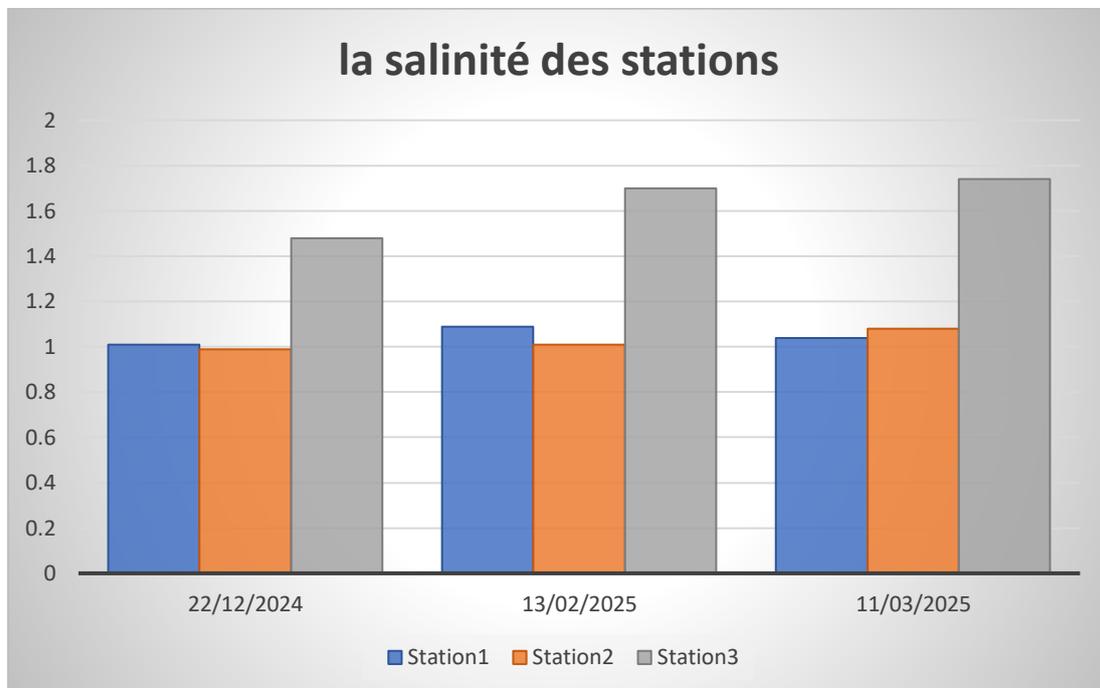
1.6. La salinité :

Les résultats montrent que la salinité varie selon la station, la station 3 présente la salinité plus élevée avec une moyenne 1,64 et un écart type de 0,11 une grande variation au temps, les deux autres stations 1et 2 ont des moyenne similaires 1,05 et 1,03 avec écart type très faible (0,033 /0,037) la stabilité relative de la salinité dans ces zones

La salinité des stations 1 et 2 en décembre presque la même avec une légère augmentation de la salinité de la station 1. En février la station 1 est plus salée mais c'est différent en mars la station 2 est à nouveau légèrement plus salée

Tableau 10: Variations mensuelles du la salinité dissous de l'eau des trois stations

Salinité(g/l)	22/12/2024	13/02/2025	11/03/2025	Moyenne	Ecart type
Station1	1,01	1,09	1,04	1,05	0,033
Station2	0,99	1,01	1,08	1,03	0,037
Station3	1,48	1,7	1,74	1,64	0,11



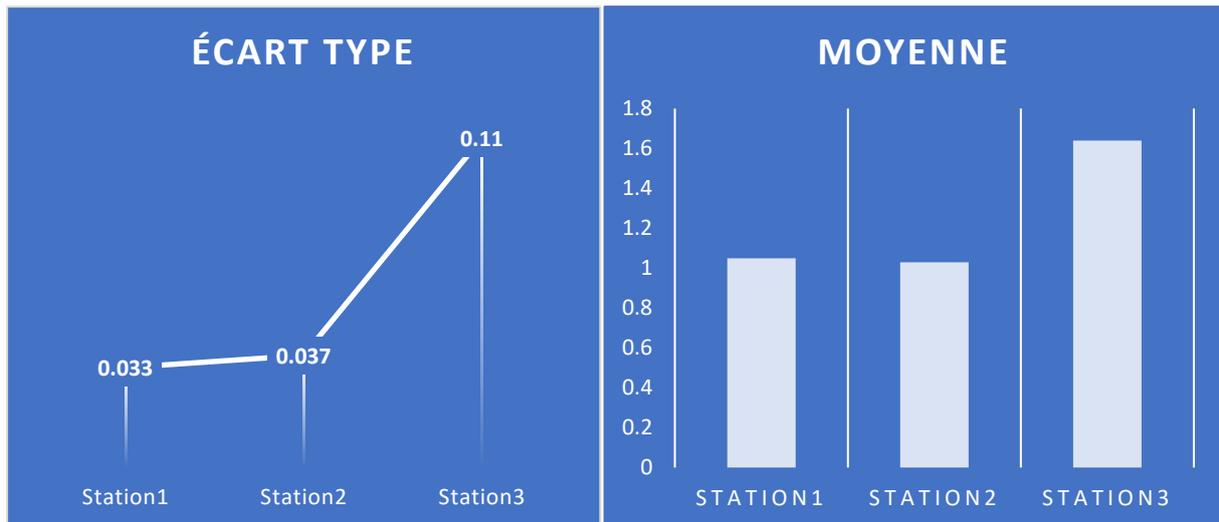


Figure 25;a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de la salinité de l'eau des trois stations

1.7 L'oxygène dissous:

L'analyse des concentrations en oxygène dissous dans les trois stations révèle des variations notables au cours des trois sorties effectuées entre décembre 2024 et mars 2025.

Lors de la première campagne, le **22/12/2024**, la **station 1** a enregistré une valeur exceptionnellement élevée de **33,3 mg/l**, ce qui contraste fortement avec les **7,01 mg/l** de la **station 2** et les **3,55 mg/l** de la **station 3**. Ce pic important à la station 1 peut s'expliquer par une **photosynthèse intense liée à une forte prolifération végétale** ou une **agitation de l'eau favorisant l'oxygénation**, possiblement liée à l'usage de pompes ou à des conditions hydrologiques spécifiques.

Lors des deux autres campagnes, le taux d'oxygène s'est **stabilisé autour de valeurs plus modérées** : entre **6,51 et 6,86 mg/l** à la station 1, **6,66 à 6,77 mg/l** à la station 2, et entre **4,49 et 4,71 mg/l** à la station 3. Ces résultats traduisent une **réduction de l'oxygène dissous** par rapport au premier prélèvement, probablement due à une baisse de l'activité photosynthétique ou à un ralentissement du brassage de l'eau.

Globalement, les valeurs les plus élevées sont observées à la **station 1**, tandis que la **station 3** reste la moins oxygénée durant toute la période d'étude. Cette distribution pourrait être liée aux caractéristiques spécifiques de chaque mare (végétation, profondeur, activité humaine, etc.).

Tableau 11: Variations mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau des trois stations

Oxygène dissous (mg/l)	22/12/2024	13/02/2025	11/03/2025	Moyenne	Ecart type
Station1	33,3	6,51	6,86	15,56	12,55
Station2	7,01	6,66	6,77	6,81	0,15
Station3	3,55	4,49	4,71	4,25	0,5

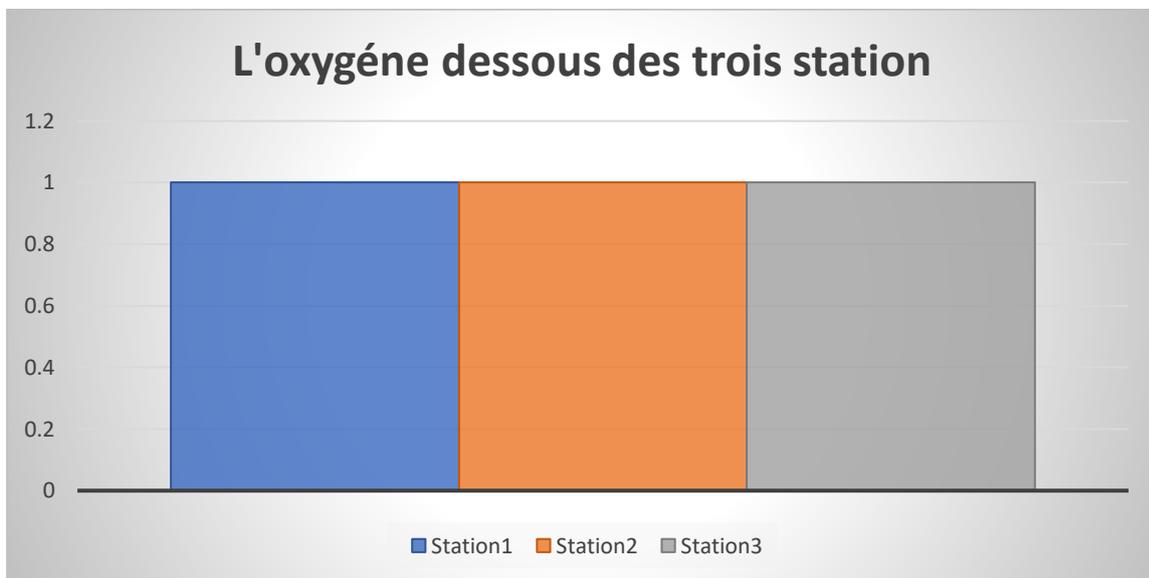
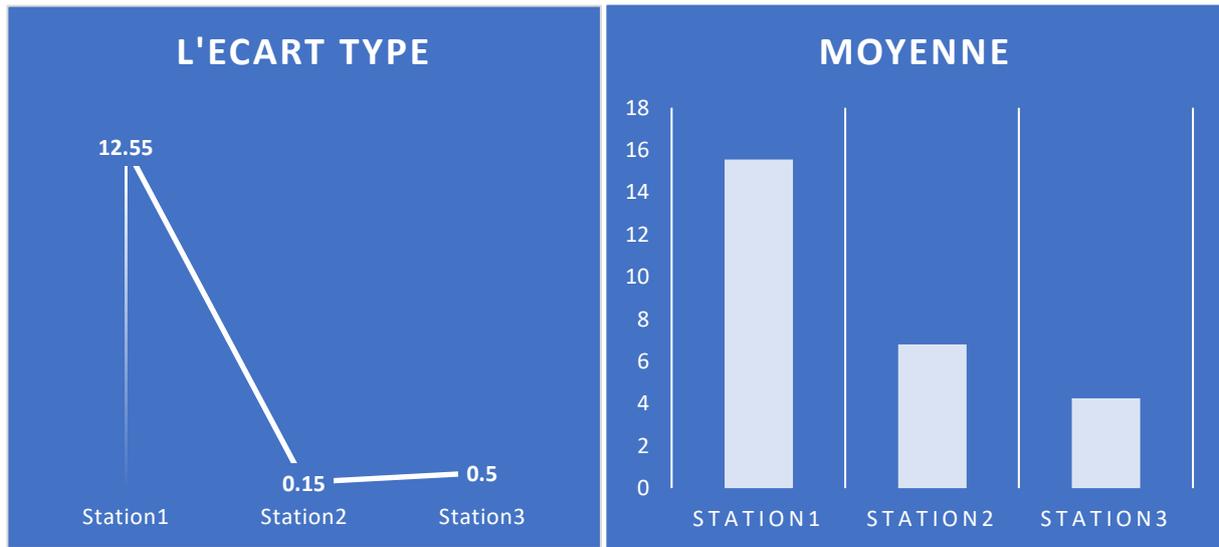


Figure 26: a) b) c). Variations moyennes et mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau des trois stations

2. Check-list des taxa faunistiques de la faune aquatique :

Tableau 12: Check-list des taxa faunistiques de la faune aquatique

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Station 1	Station 2	Station 3
Arthropodes	Insectes	Diptères	Chironomidae	+	+	+
		Diptères	Simuliidae	-	-	-
		Diptères	Larve	+	-	-
		Diptères	Nymphe	+	-	-
		Éphéméroptères	-	-	+	+
		Hemipteres	Larve pléiade	+	+	+
		Hemiptères	-	-	-	+
		Odonates	Anisoptères	-	+	-
		Odonates	Zygoptères	-	+	-
Mollusques	Gastéropode	-	Physidae	+	+	+
		-	Planorbidae	-	-	-
Annelides	Oligochètes	-	-	-	+	-

(+) Présence (-) Absence

2.1. Analyse globale des taxons faunistiques dans les stations :

La totalité des taxons faunistiques capturés, triés, identifiés et considérés dans nos analyses représente un total de 12 entités (familles ou formes morphologiques confondues). L'abondance des groupes de taxons varie selon les stations, allant de 7 taxons observés à la station 1, 10 taxons à la station 2, et 7 taxons à la station 3, ce qui correspond respectivement à 29,2%, 41,6% et 29,2% de la richesse totale recensée

Les macroinvertébrés sont représentés par les groupes suivants : Diptères, Éphéméroptères, , Hemiptères, Odonates, Mollusques et un taxon d'Annélide.

Ces derniers ont été retenus pour l'analyse des peuplements.

- ✓ Les paramètres physico-chimiques, la position géographique ainsi que les caractéristiques spécifiques de chaque station jouent un rôle important dans la répartition et l'abondance des différents taxons.

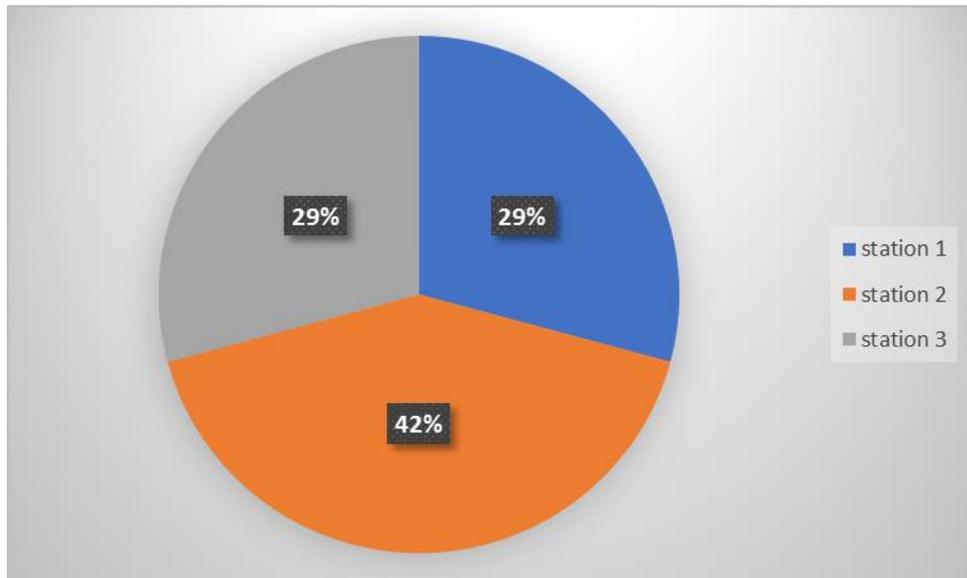


Figure 27: Abondance globale des taxa faunistiques dans les trois stations

2. 2. Analyse globale des macroinvertébrés benthiques:

Sur le plan quantitatif, les macroinvertébrés benthiques les plus dominants sont les **larves de Pleidae**, avec un total de **1445 individus**, représentant **93,47 %** de l'abondance totale. Ce groupe, connu pour sa **grande tolérance à la pollution**, domine très largement la communauté étudiée.

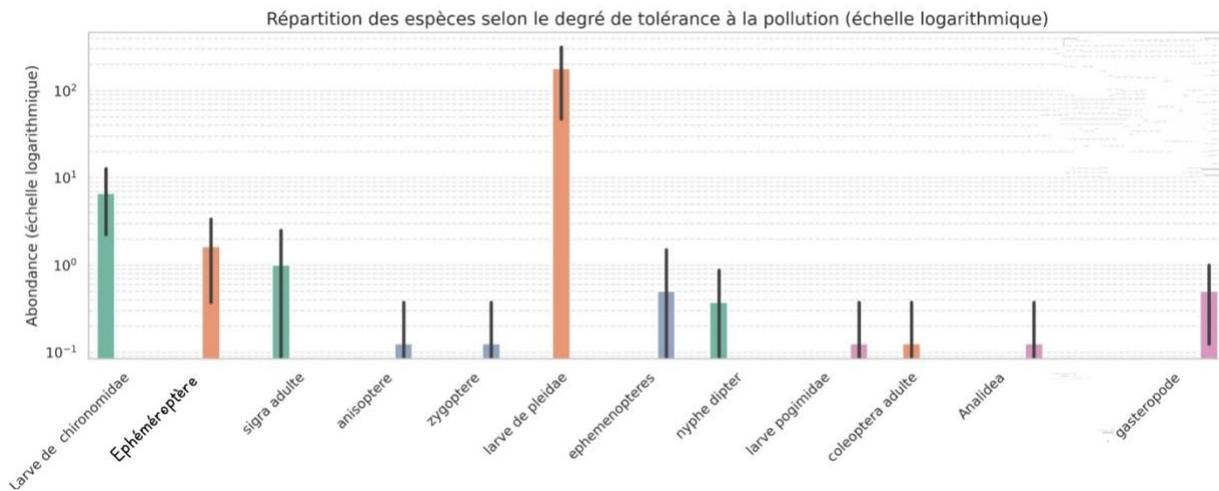
En second plan, les **larves de Chironomidae** apparaissent avec **59 individus (3,82 %)**, suivies par les **crustacés (crastropodes)** avec **13 individus (0,84 %)** et les **adultes de Sigara** avec **8 individus (0,52 %)**.

Les autres groupes sont très faiblement représentés :

- **Éphéméroptères** : 4 individus (**0,26 %**)
- **Gastéropodes** : 6 individus (**0,39 %**)
- **Diptères (nymphe)** : 3 individus (**0,19 %**)
- **Éphémère**: 3 individus (**0,19 %**)

- Plusieurs autres groupes comme les **Anisoptères**, **Zygoptères**, **Coleoptera adulte**, **Analidea** et **Larve ceratopoginidae** ne comptent chacun qu'un seul individu (chacun environ **0,06 %**).

Figure 28: Abondance globale des principaux taxons des macroinvertébrés



2. 3. Analyse qualitative et quantitative des macroinvertébrés benthiques

Sur le plan quantitatif, un total de 1546 individus a été recensé dans les trois stations étudiées. Les groupes taxonomiques sont représentés de manière fortement déséquilibrée, dominés par les espèces tolérantes à la pollution

2.3.1 Groupe dominant:

Les Hémiptères : (Sigara adulte et larves de Pleidae) représentent la part la plus importante avec 1453 individus, soit 93,98 % du total. Cette abondance écrasante peut être interprétée comme un indice d'eutrophisation du milieu, ces espèces étant généralement adaptées aux milieux lenticques pauvres en oxygène.

Les pleidae sont l'écrasante majorité présent dans toutes les station 1.2.3 (60% 39%1%)

Sigra adulte sont présente juste dans la station 1 .2

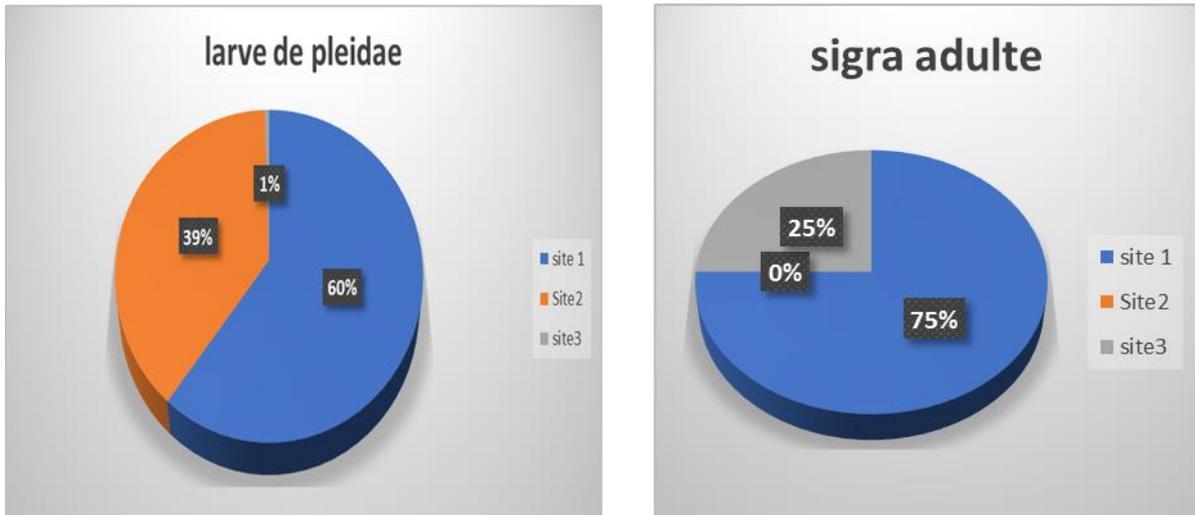


Figure 29: Pourcentage des larves des groupes dominant (Pleidae et Sigra adulte) dans les trois stations

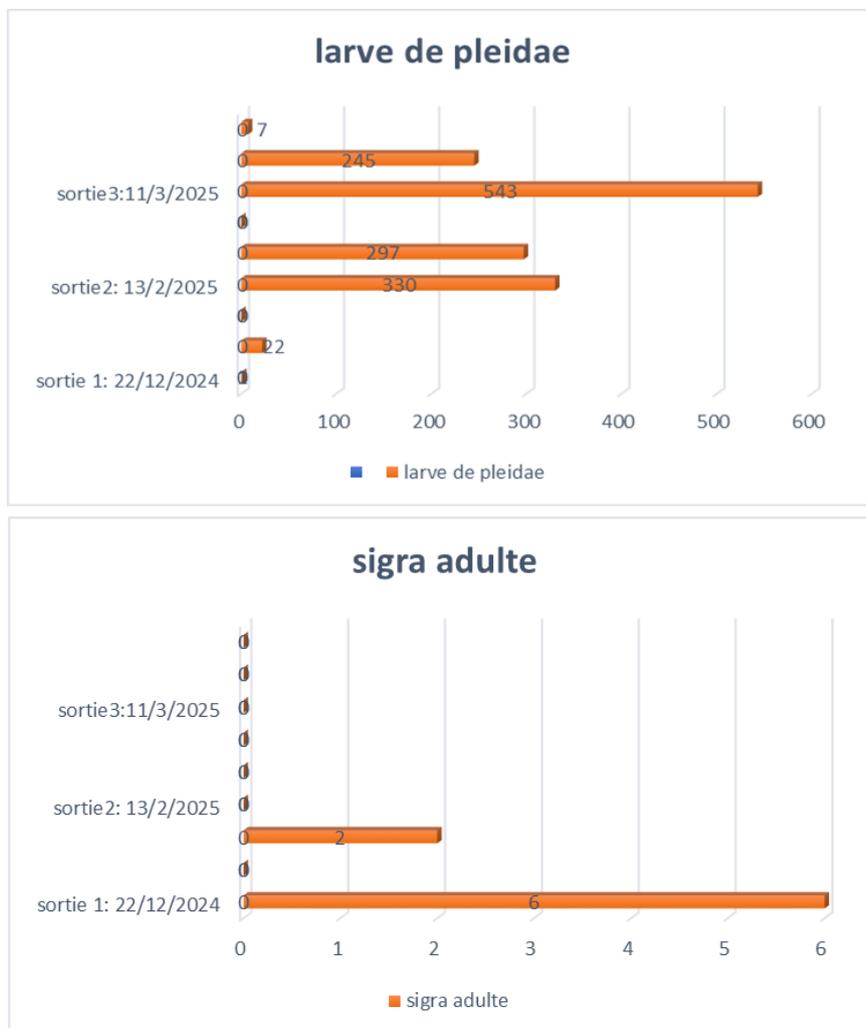


Figure 30: répartition des groupe (larve de Pleidae et Sigra adulte) dans les trois stations

Les Diptères:

Le groupe des Diptères (les chironomidae/nymphe.) arrive en deuxième position avec 62 individus (4,01 %). Les chironomidés sont des taxons tolérants, souvent abondants dans les eaux polluées ou organiquement chargées. Aussi, les nymphe 3 individus présent dans la station 1 et 3. Les chironomidae est présent dans toutes les stations (1.2.3) de pourcentage suivant (25%.24%.51%).

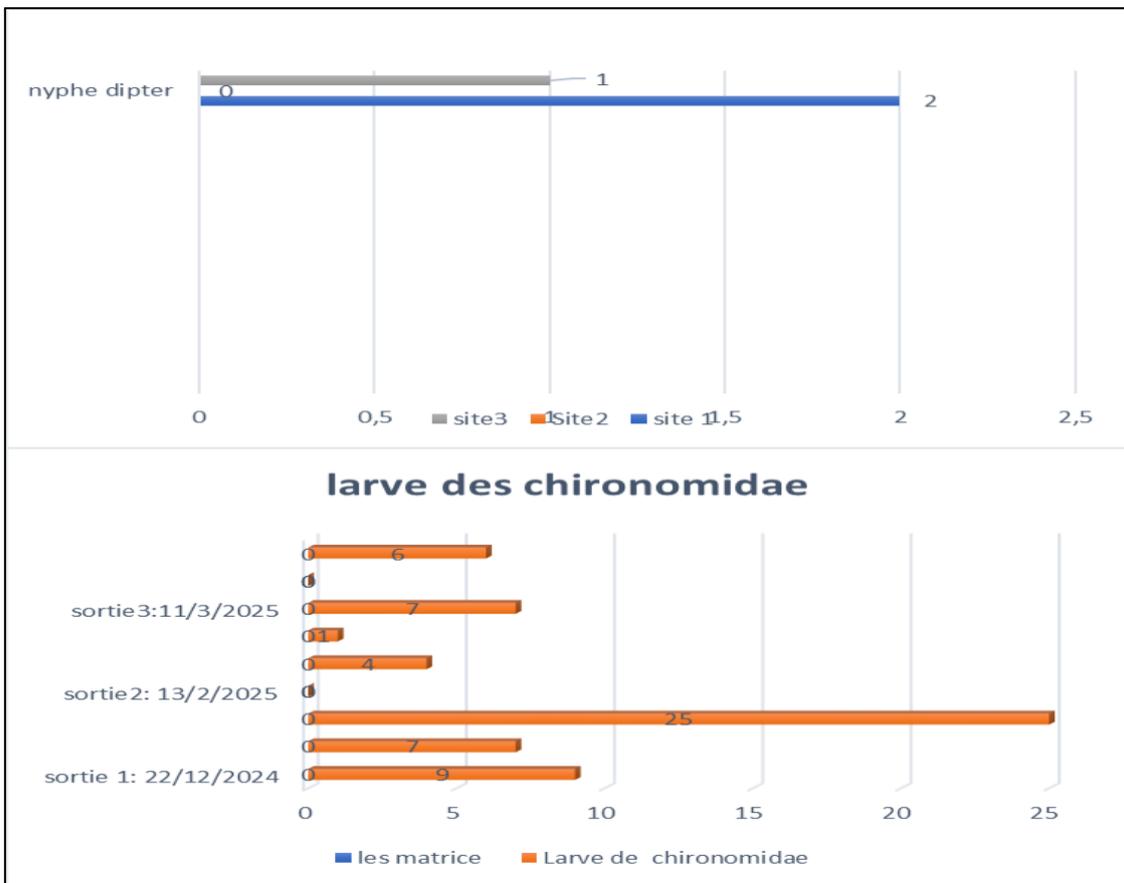
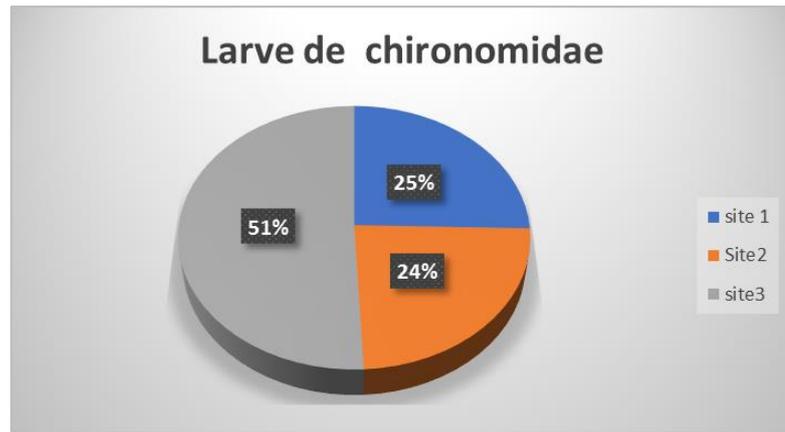


Figure 31: répartition des nymphes de diptères et chironomidae dans les différentes 3 stations

Groupes sensibles:

Les éphéméroptères (4 individus) et les odonates (2 individus) ne représentent que 0,39 % de la faune totale seulement dans le site 2. Ces faibles proportions témoignent d'une qualité d'eau médiocre, car ces groupes sont généralement très sensibles aux altérations du milieu (baisse d'oxygène, augmentation des nutriments, pollution).

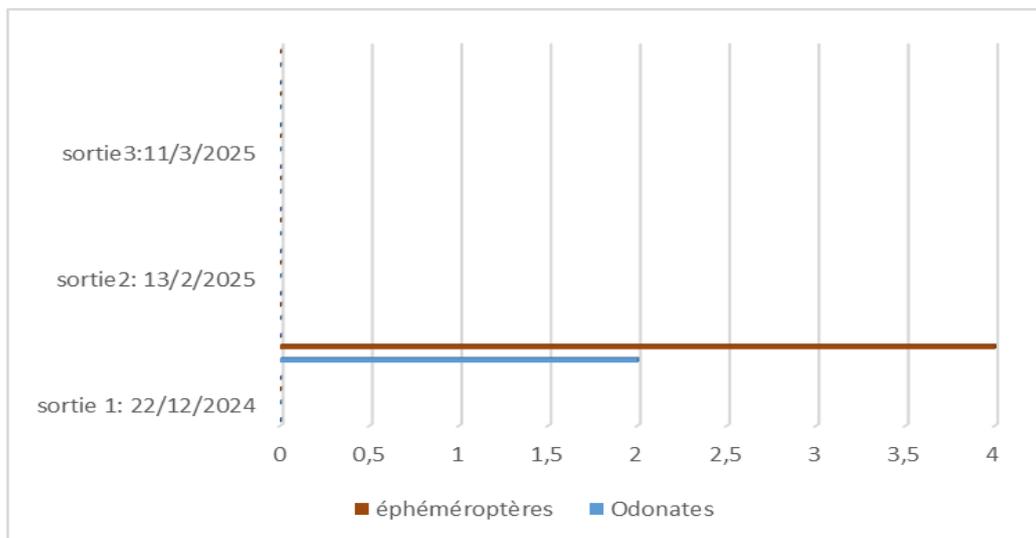
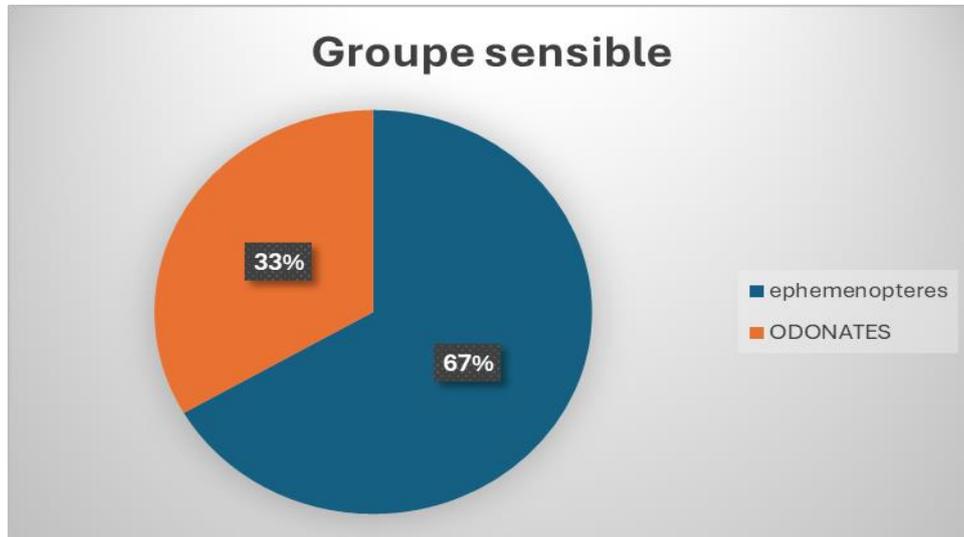


Figure 32: Répartition des groupes sensibles dans (éphéméroptères, odonates) dans les trois stations

Autres groupes :

Plusieurs autres taxons rares et en faible abondance ont été recensés, notamment les Ephémère, les Coléoptères adultes, les larves de cartopoginidae spécifique et d'Analidae. Ces éléments, bien que récoltés un faible nombre d'individus, montrent une diversité écologique et des milieux de vie bien définis. Aussi, la présence Ephémère indique une eau de qualité, Coléoptères adultes un substrat favorable. En revanche, les larves de ceratopoginidae et

Analidae sont assez rares mais montrent une richesse fonctionnelle envisageable des biotopes explorés.

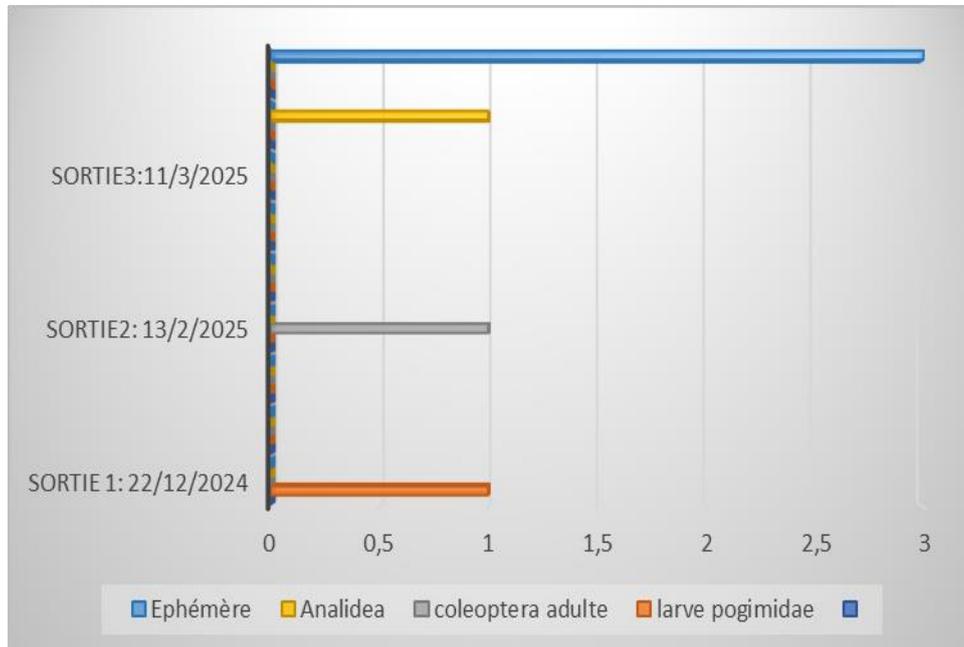


Figure 32: Répartition des autres groupes (éphémère, analidea, coleopteraa adulte, larve ceratopoginidae) dans les trois stations.

2.4. La Richesse des principaux taxa:

La richesse spécifique est de 7 taxons à station 1 et, 8 taxons à Station 2 et 8 taxons au niveau de Station 3.

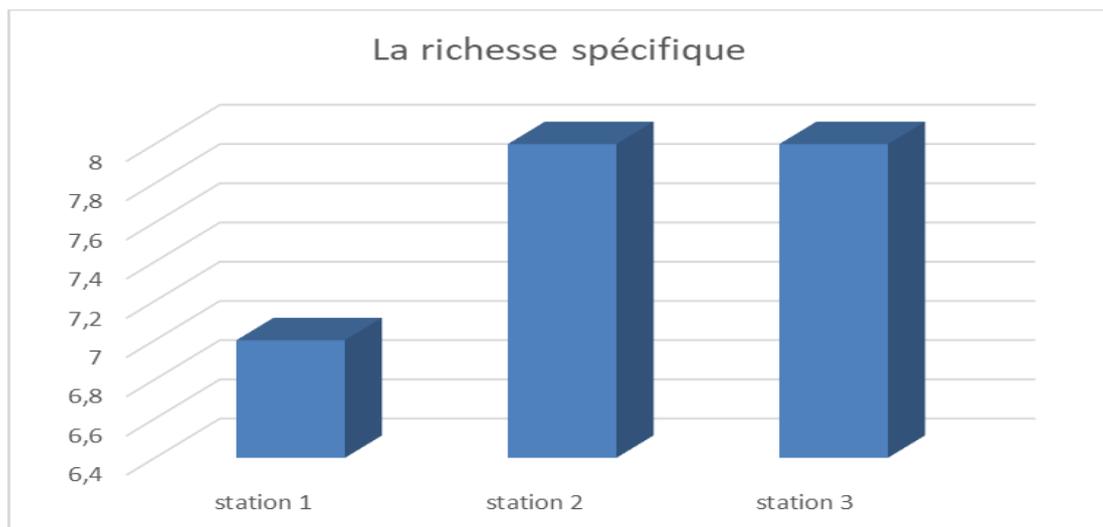


Figure 34: La richesse spécifique des stations

2.4.1. La Richesse mensuelle en taxa

Dans la station 1 la grande richesse spécifique est notée au mois de Décembre avec 7 taxa alors que les mois de mars et Février enregistrent seulement 2 taxons

- Au niveau de la station 2 la grande richesse spécifique est enregistrée au mois de Décembre avec 6 taxa alors que les mois de mars et Février enregistrent seulement 3 taxons
- Dans la station 3, la grande richesse est notée en février et mars avec 4 taxa alors qu'aux mois de Décembre elle est de 3 taxa seulement.

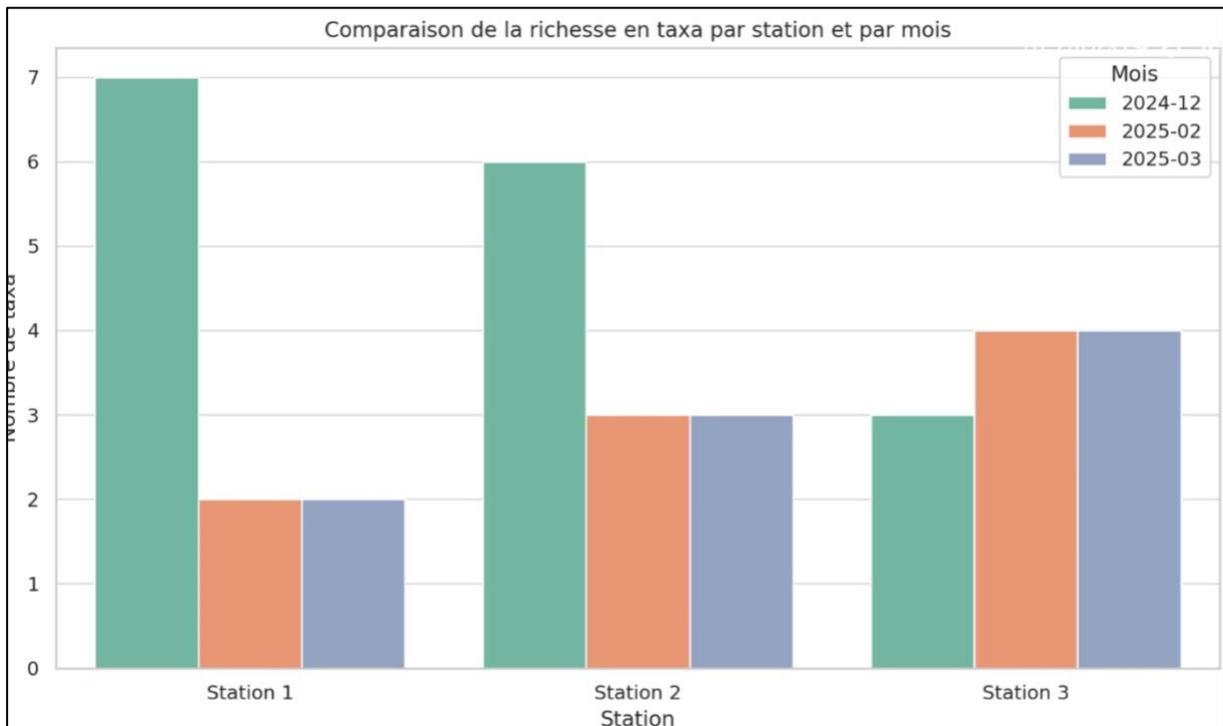


Figure 35: Comparaison de la richesse en taxons par station et par mois

2.5. L'indice de Shannon et d'équitabilité:

L'indice de Shannon Wiener a également été utilisé pour étudier les changements temporels de la diversité liés à l'augmentation ou la réduction d'une pollution. D'après (Grall & Coïc, 2006) l'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces ou groupe faunistique, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces)

Ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons et dépendant du type des habitats. Même lorsqu'ils ne sont pas perturbés. Il reste ainsi difficile d'en faire un

descripteur de l'état d'un milieu à moins de déterminer au préalable des valeurs seuil pour chaque type d'habitat et pour une surface échantillonnée donnée (Grall&Coïc, 2006).

L'indice d'Équitabilité (E) calculé par le rapport de H / H_{max} , Il mesure l'équilibre du peuplement ou l'équirépartition. Cet indice varie de 0 à 1. Il est maximal quand les taxons du peuplement ont des abondances identiques (équirépartition des individus dans les peuplements). Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur un seul taxon (dominance d'une seule espèce).

Tableau 13:Résultats de l'Indice de Shannon et l'équitabilité

station	Shannon	l'équitabilité
station 1	0,312	0,111
station 2	0,326	0,109
station 3	1,821	0,607

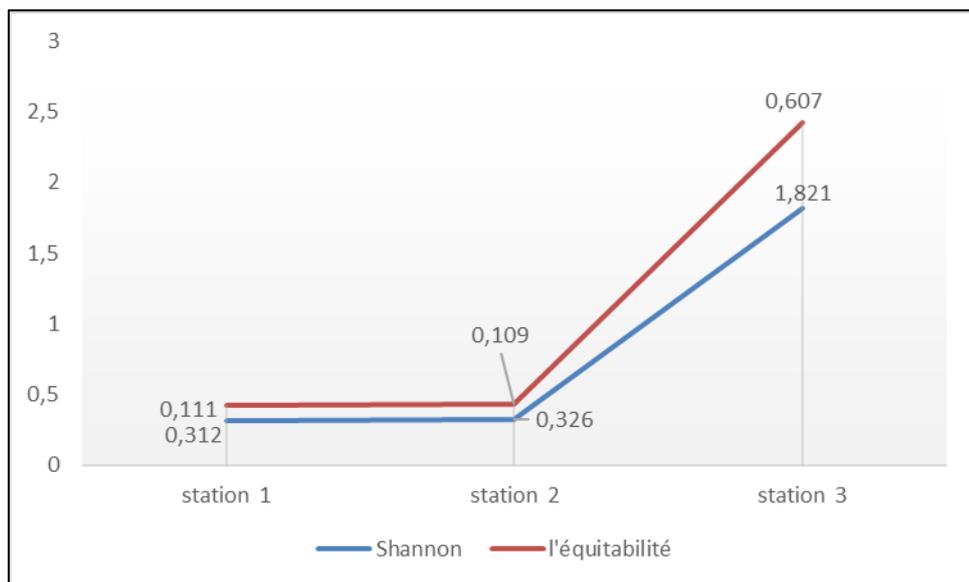


Figure36: La richesse mensuelle des taxons dans les trois station

Les valeurs les plus élevées de l'indice de Shannon ont été enregistrées (1,821bits) au niveau de la station 3

,La valeur la plus basse de l'indice a été enregistrée (0,312 bits) au niveau de station 1

l'équitabilité suit le même rythme que l'indice de Shannon la valeurs plus élevées dans la station 3 et la plus basse enregistrées au niveau de la station 1.

Résultats sur une période de 3 mois :

Tableau 14: Résultats d'équitabilité et indice de shannon sur une période de 3 mois

Station	Mois	Indice de Shannon	équitabilité
Station 1	déc-24	1.46	0.81
Station 1	févr-25	0.10	0.15
Station 1	mars-25	0.07	0.10
Station 2	déc-24	1.06	0.66
Station 2	févr-25	0.09	0.08
Station 2	mars-25	0.07	0.07
Station 3	déc-24	0.41	0.37
Station 3	févr-25	1.10	1.00
Station 3	mars-25	1.04	0.95

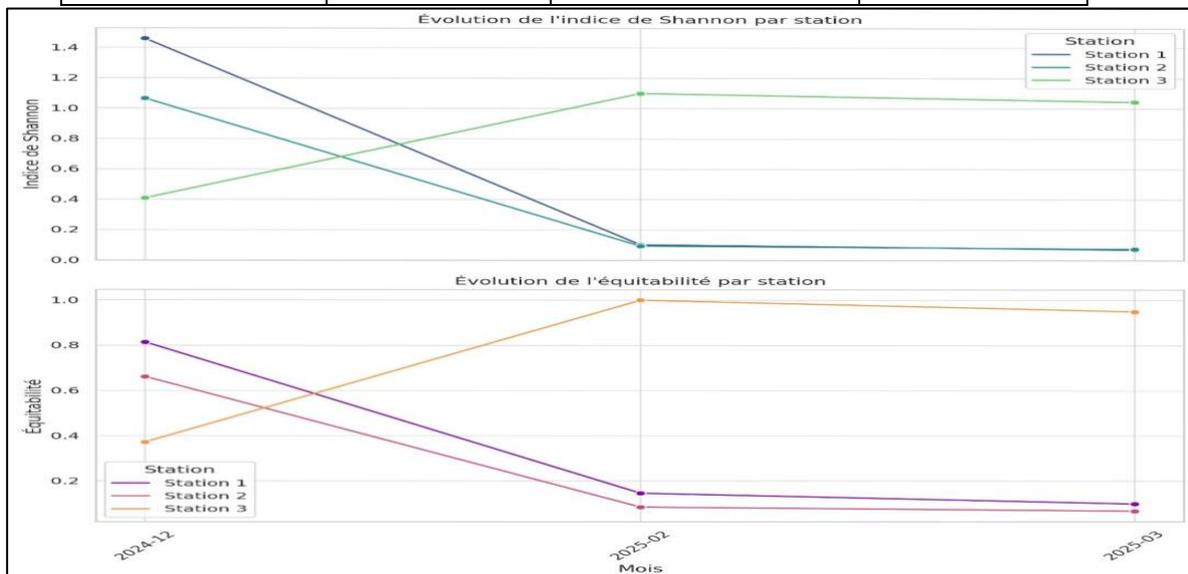


Figure 33: Indice de Shannon et d'équitabilité dans les stations d'étude dans 3mois

Les résultats montrent une nette dégradation de la diversité biologique et de l'équitabilité dans les stations 1 et 2 entre décembre 2024 et mars 2025, avec une chute marquée de l'indice de Shannon et une forte inégalité dans la répartition des espèces. En revanche, la station 3 présente une tendance inverse, avec une augmentation significative de la diversité et

le maintien d'une équitabilité presque parfaite. Ces variations suggèrent des conditions environnementales défavorables dans les stations 1 et 2, tandis que la station 3 semble bénéficier d'un environnement plus stable ou en amélioration.

2.6. Indice de Jaccard-Tanimoto

Tableau 15: Indice de Jaccard-Tanimoto dans les stations d'étude

Stations	Station 1	Station 2	Station 3
Station 1	1.000		
Station 2	0.364	1.000	
Station 3	0.500	0.455	1.000

Les indices de Jaccard-Tanimoto : révèlent une similarité modérée entre les stations. La plus forte similarité est observée entre Station 1 et Station 3 (0,50), tandis que la plus faible est entre Station 1 et Station 2 (0,36). Station 3 partage des espèces avec les deux autres stations, indiquant une composition faunistique intermédiaire

Discussion :

L'objectif de cette étude est de faire un état des lieux de la faune vivant dans le barrage Zouabi, et plus précisément de comprendre comment les macroinvertébrés sont répartis dans ce stagnant d'eau et en quelle quantité ils sont présents. Grâce à ce travail, nous avons pu identifier différentes espèces animales présentes dans cette zone.

Ce travail nous a permis de recueillir des données intéressantes sur les macroinvertébrés du barrage Zouabi, notamment du point de vue de leur classification (systématique), de leur répartition géographique (biogéographie) et de leur lien avec leur environnement (écologie). Notre étude, qui s'est concentrée sur les milieux d'eau stagnante, a permis de recenser plusieurs groupes de macroinvertébrés : les Éphéméroptères, Diptères, Coléoptères, Odonates, Hémiptères, Mollusques et Annélides. Les organismes aquatiques qui vivent dans l'eau stagnante ont des préférences et des besoins spécifiques en fonction des différents facteurs de l'environnement, qu'ils soient vivants (facteurs biotiques) ou non vivants (facteurs abiotiques). Lorsqu'un changement survient dans ce milieu, on observe souvent des perturbations dans les communautés d'animaux qui y vivent (Ferguani et Arab, 2013 ; Sellam et al., 2016).

Les communautés de macroinvertébrés sont de très bons indicateurs pour évaluer la qualité écologique des zones humides. Cela s'explique par leur grande diversité : ces organismes peuvent être des larves, des adultes, des vers, des mollusques ou encore des crustacés. Ils représentent tous les niveaux de la chaîne alimentaire et présentent des différences de taille, d'alimentation, de reproduction, de respiration, de durée de vie et surtout de sensibilité à la pollution. De plus, on les retrouve dans toutes les zones humides (Vanden-Bossche, 2005). Ils constituent aussi une source de nourriture importante pour beaucoup d'animaux comme les amphibiens, reptiles, poissons, oiseaux et même certains mammifères cependant, il est important de se poser une question : comment peut-on parler de biodiversité sans tenir compte des insectes et des autres arthropodes, qui représentent environ deux tiers des espèces animales ? Surveiller les écosystèmes en suivant les populations d'insectes et d'arthropodes permet de détecter les changements, d'en comprendre les causes et d'en prévoir les conséquences. Faire l'inventaire de ces animaux donne des informations précieuses sur l'état actuel de la biodiversité. Les arthropodes, et surtout les insectes, sont donc des outils très utiles pour étudier les écosystèmes et évaluer leur état de santé (P.N.U.E, 1994).

Une communauté benthique (ensemble des organismes vivant au fond de l'eau) en mauvais état peut se reconnaître par l'absence d'espèces sensibles à la pollution, par une forte présence d'espèces qui résistent à la pollution comme les Chironomidés, ou encore par des changements importants dans la composition générale de la communauté Selon(Plafkin *et al*,1989)

De leur côté, ont montré qu'il existe une relation entre la répartition des macrofaunes (grandes espèces animales vivant dans l'eau) et les conditions de leur environnement (Bayed et Bazairi.,2008)

1) Analyse intégrée des paramètres physico-chimiques et biologiques :

L'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau dans les trois stations d'étude du barrage Zouabi révèle une variabilité spatiale significative, traduisant des conditions écologiques distinctes influençant fortement la structure des peuplements benthiques. La température de l'eau, élément clé pour les processus biologiques, oscille entre 2,6 °C en décembre et 15,1 °C en mars, avec une augmentation progressive liée au changement saisonnier. Cette variation thermique, bien que naturelle, est modulée par la profondeur des stations. Ainsi, la station 2, la plus profonde avec une moyenne de 47,67 cm, présente des températures globalement plus basses et stables, contrairement à la station 3, plus superficielle (38,33 cm), qui montre une plus grande sensibilité aux changements de température. Or, ces différences de température influencent directement la vitesse de métabolisme, la reproduction et la répartition des macroinvertébrés.

Le pH des eaux est relativement homogène entre les stations, oscillant entre 7,3 et 7,86. Cette légère alcalinité reste compatible avec la vie aquatique et témoigne d'une faible acidification du milieu. La turbidité, en revanche, varie fortement : la station 1 se distingue par une eau relativement claire (2,87 NTU en moyenne), suggérant un environnement stable et peu perturbé. En contraste, la station 2 affiche des pics importants de turbidité (jusqu'à 9,89 NTU), probablement dus à des apports de matières en suspension liés au ruissellement ou à une activité anthropique locale. La station 3, quant à elle, présente une turbidité moyenne, ce qui peut résulter d'un équilibre entre sédimentation et agitation de l'eau.

Parmi les paramètres les plus discriminants figurent la conductivité et la salinité. La station 3 affiche des valeurs exceptionnellement élevées (3129 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductivité et 1,64 ‰ de salinité), signe d'une forte minéralisation de l'eau. Ces données suggèrent soit une concentration progressive des sels par évaporation, soit un apport d'ions dissous d'origine géologique ou anthropique. À l'inverse, les stations 1 et 2 présentent une minéralisation modérée, avec des valeurs proches de 2026–2030 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ce facteur chimique est crucial, car une forte minéralisation peut affecter la disponibilité de certaines espèces sensibles à la conductivité.

L'oxygène dissous, paramètre vital pour les organismes aérobies, montre une forte hétérogénéité. La station 1 présente un pic très élevé en décembre (33,3 mg/l), probablement dû à une forte activité photosynthétique des algues ou à un brassage intense favorisant

l'oxygénation. Toutefois, les valeurs retombent ensuite à un niveau plus normal (6–7 mg/l). La station 2 présente une stabilité remarquable autour de 6,81 mg/l, favorable au développement d'une biodiversité riche. En revanche, la station 3, avec une moyenne de seulement 4,25 mg/l, affiche une situation préoccupante. Une faible oxygénation est souvent le signe d'une eau stagnante, riche en matière organique décomposée, pouvant induire une dominance d'espèces tolérantes à la pollution.

L'analyse biologique des macroinvertébrés benthiques reflète fidèlement ces conditions abiotiques. Dans les stations 1 et 2, où les paramètres physico-chimiques sont globalement équilibrés, la richesse spécifique est plus importante. On y retrouve des groupes bioindicatrices de bonne qualité de l'eau, tels que les Éphéméroptères, Odonates. Ces espèces, connues pour leur sensibilité à la pollution, nécessitent une teneur en oxygène élevée et une faible charge en matières en suspension pour se maintenir. Leur présence est donc le reflet d'un bon état écologique. Par ailleurs, les indices de Shannon et d'équitabilité confirment une distribution équilibrée des espèces dans ces deux stations.

À l'opposé, la station 3, soumise à un cumul de facteurs défavorables salinité élevée, faible oxygène dissous, forte minéralisation, abrite une faune plus pauvre et dominée par des espèces tolérantes telles que les Oligochètes, les Chironomidés ou les Gastéropodes pulmonés. Cette communauté faunistique traduit une dégradation écologique probable du milieu, vraisemblablement liée à une pollution organique ou à des perturbations hydrologiques (stagnation, réchauffement). Les faibles valeurs de diversité et d'équitabilité enregistrées dans cette station corroborent cette hypothèse.

2) Étude de la faune de macroinvertébrés benthiques :

L'analyse de la faune de macroinvertébrés benthiques dans les trois stations du barrage Zouabi met en évidence une composition spécifique dominée par quelques groupes taxonomiques, dont la répartition varie selon les conditions environnementales locales. Au total, 1546 individus appartenant à 13 groupes faunistiques ont été recensés. Toutefois, cette richesse apparente est inégalement répartie : la station 2 est la plus diversifiée avec 10 taxons, tandis que les stations 1 et 3 n'en comptent que 7. Cette différence reflète une plus grande complexité écologique à la station 2, probablement liée à un équilibre plus favorable des paramètres physico-chimiques, notamment l'oxygène dissous, la turbidité et la température.

D'un point de vue quantitatif, l'ensemble de la communauté benthique est largement dominé par un seul groupe : les larves de Pleidae (Hémiptères), qui représentent à elles seules plus de 90 % des individus échantillonnés. Cette prédominance témoigne d'un déséquilibre écologique marqué, dans lequel des espèces très tolérantes à la pollution ou aux faibles concentrations d'oxygène s'imposent au détriment d'espèces plus sensibles. Les Pleidae sont particulièrement abondants dans les stations 1 et 2, ce qui suggère que ces sites présentent des conditions propices à leur développement, notamment des eaux stagnantes, une végétation réduite et une charge organique probable. À l'inverse, leur rareté dans la station 3 pourrait être due à des facteurs moins favorables, comme une plus grande circulation de l'eau ou une moindre disponibilité en substrats propices à leur développement.

Les Chironomidae, un autre groupe bien connu pour sa tolérance aux conditions dégradées, se classent en deuxième position en termes d'abondance. Leur présence, répartie entre les trois stations, indique un apport organique diffus dans tout le barrage. Leur forte représentation à la station 3 est cohérente avec un environnement plus minéralisé et moins oxygéné, conditions dans lesquelles les larves de Chironomidae peuvent prospérer grâce à leur capacité à supporter des milieux pauvres en oxygène. D'autres groupes comme les Sigara adultes (Hémiptères) sont également présents en quantité modérée dans les stations 1 et 2, suggérant là encore une tendance à l'eutrophisation ou à la stagnation.

La station 2 se distingue de façon positive par la présence exclusive de quelques taxons sensibles, tels que les Éphéméroptères et les Odonates. Bien que leur effectif soit faible, leur simple présence indique une amélioration relative des conditions écologiques dans cette zone, notamment une meilleure oxygénation, une plus grande diversité de microhabitats et peut-être une moindre pression organique. En revanche, leur absence dans les stations 1 et 3 suggère des conditions environnementales trop contraignantes pour permettre leur installation, notamment en lien avec la salinité, l'oxygène dissous ou la turbidité.

D'autres groupes faunistiques apparaissent de manière sporadique, en très faible effectif : crustacés, mollusques, coléoptères aquatiques, larves d'Annélides. Leur rareté pourrait être liée soit à une pression environnementale élevée, soit à la faiblesse des substrats disponibles pour leur installation (zones sablonneuses pauvres, végétation rare ou absente). Toutefois, leur présence ponctuelle confirme l'existence de niches écologiques localisées qui peuvent abriter une faune plus discrète et spécialisée.

La comparaison des trois stations révèle ainsi des tendances claires. La station 1, bien que faunistiquement pauvre, héberge une population très dominée par les Pleidae, ce qui traduit un état écologique peu équilibré, probablement associé à une forte stagnation de l'eau et à une faible couverture végétale. La station 2, quant à elle, présente le plus grand nombre de groupes faunistiques, et accueille à la fois des espèces tolérantes et quelques espèces sensibles, traduisant un état intermédiaire, potentiellement plus stable. La station 3, en revanche, montre une situation différente : malgré sa faible richesse, elle présente une structure faunistique moins dominée, avec une répartition plus équilibrée entre différents groupes tolérants. Cela peut s'expliquer par une dynamique hydrique plus active, un substrat plus argileux et une végétation riveraine plus dense, offrant une meilleure protection contre les stress environnementaux mais moins favorable à certaines espèces.

La composition des macroinvertébrés benthiques dans les trois stations reflète fortement les caractéristiques écologiques locales, notamment la qualité physico-chimique de l'eau, la structure du substrat et la dynamique de l'habitat. La prédominance des taxons tolérants dans l'ensemble du barrage traduit une perturbation modérée à forte, tandis que la faible abondance des groupes sensibles témoigne d'un écosystème encore vulnérable, nécessitant une surveillance continue et des mesures de protection ciblées.

3)Analyse des indices de diversité biologique des macroinvertébrés benthiques :

Deux indices écologiques principaux ont été utilisés pour évaluer la diversité biologique des communautés de macroinvertébrés benthiques dans les trois stations du barrage Zouabi : l'indice de Shannon-Wiener (H'), qui mesure la diversité globale, et l'indice d'équitabilité (E), qui évalue l'uniformité dans la répartition des individus entre les taxons. Les résultats montrent une variation notable entre les trois stations en termes de diversité et d'équilibre écologique. La station 3 présente la valeur la plus élevée de l'indice de Shannon (1,821 bits) ainsi que la plus forte équitabilité (0,607), ce qui reflète un environnement relativement équilibré, où les individus sont répartis de manière plus homogène entre les espèces. Cette diversité plus élevée s'est accompagnée d'une augmentation progressive du nombre de taxons entre février et mars, ce qui suggère une amélioration des conditions écologiques avec l'évolution saisonnière.

En revanche, la station 1 a enregistré la valeur la plus faible de Shannon (0,312 bits) et une équitabilité très basse (0,111), ce qui traduit une forte dominance d'un seul taxon au détriment des autres. Cette situation est principalement due à la prédominance du taxon Pleidae, ce qui indique un déséquilibre écologique probablement lié à la stagnation de l'eau, à un déficit

en oxygène ou à une charge organique excessive. Une situation similaire a été observée à la station 2, avec un indice de Shannon de 0,326 et une équitabilité de 0,109, malgré le fait qu'elle présente le plus grand nombre de taxons (10 taxons) parmi les trois stations. Cela illustre une richesse spécifique élevée mais mal répartie, c'est-à-dire une dominance marquée malgré la présence de plusieurs groupes.

L'analyse temporelle de ces indices sur la période allant de décembre 2024 à mars 2025 révèle que les stations 1 et 2 ont subi une diminution marquée de la diversité et de l'équitabilité. Par exemple, dans la station 1, l'indice de Shannon est passé de 1,46 en décembre à seulement 0,10 en février, puis à 0,07 en mars ; tandis que l'équitabilité a chuté de 0,81 à 0,10. Cela traduit une détérioration progressive de la diversité et un renforcement de la dominance spécifique. À l'inverse, la station 3 a montré une tendance opposée : bien que ses valeurs initiales soient modestes en décembre (0,41 pour Shannon, 0,37 pour l'équitabilité), elles ont augmenté significativement en février et mars (valeurs supérieures à 1), indiquant une amélioration de l'équilibre écologique à cet endroit.

Ces différences peuvent être expliquées par plusieurs facteurs, tels que la composition physico-chimique de l'eau, la couverture végétale et le degré de stagnation ou de circulation de l'eau. La station 3, caractérisée par un substrat argileux et une végétation riveraine dense, offre des habitats plus complexes et stables, ce qui favorise une communauté faunistique plus diversifiée et équitablement répartie. À l'inverse, les stations 1 et 2, exposées à l'influence anthropique, aux substrats sableux et au manque de diversité d'habitats, présentent des structures écologiques déséquilibrées, malgré la présence de quelques taxons indicateurs dans la station 2.

les indices de Shannon et d'équitabilité soulignent l'importance d'analyser à la fois la richesse spécifique et la répartition des individus, et non seulement le nombre de taxons présents. Un site peut paraître riche en espèces, mais être écologiquement faible si une seule espèce y prédomine. Les communautés équilibrées, comme celle de la station 3, témoignent d'un environnement plus sain, capable de soutenir la coexistence de plusieurs espèces.

3) Analyse de l'indice de similarité Jaccard-Tanimoto entre les stations

Pour évaluer le degré de similarité dans la composition faunistique des macroinvertébrés entre les trois stations, l'indice de Jaccard-Tanimoto a été utilisé. Cet indice mesure le recouvrement en termes de taxons présents entre deux sites, indépendamment de l'abondance

des individus. Il est particulièrement utile pour détecter les convergences ou divergences écologiques entre différentes zones.

Les résultats montrent une faible similarité globale entre les stations, ce qui indique que chaque station abrite une communauté faunistique relativement spécifique, influencée par des conditions locales distinctes. Le plus haut degré de similarité a été observé entre les stations 1 et 3 (0,50), ce qui signifie que la moitié des taxons présents dans l'une se retrouvent également dans l'autre. Cette proximité écologique partielle peut s'expliquer par certaines caractéristiques communes, comme la nature argileuse du substrat ou des niveaux d'oxygène dissous similaires, favorisant la présence de groupes tolérants comme les Chironomidae et les mollusques.

En revanche, la plus faible similarité a été enregistrée entre les stations 1 et 2 (0,364), révélant une divergence marquée dans la structure faunistique. Cela pourrait être dû à des différences majeures dans les conditions abiotiques : la station 2 est plus profonde, présente une plus grande richesse spécifique et abrite des espèces sensibles telles que les Éphéméroptères et les Odonates, absentes dans la station 1, ce qui réduit le chevauchement faunistique.

La station 2 et la station 3 présentent un indice de similarité intermédiaire de 0,417, traduisant un certain chevauchement faunistique, principalement pour les groupes tolérants. Toutefois, les différences notables en matière de salinité, de conductivité et de dynamique de l'eau contribuent à maintenir une distinction claire entre les communautés benthiques de ces deux stations.

Les résultats de l'indice de Jaccard-Tanimoto confirment que chaque station représente une unité écologique distincte, malgré quelques espèces communes. L'utilisation de cet indice permet de mettre en évidence la diversité horizontale entre les sites, reflétant l'influence combinée de facteurs abiotiques, de la qualité de l'eau et de la complexité des habitats.



Conclusion

Conclusion :

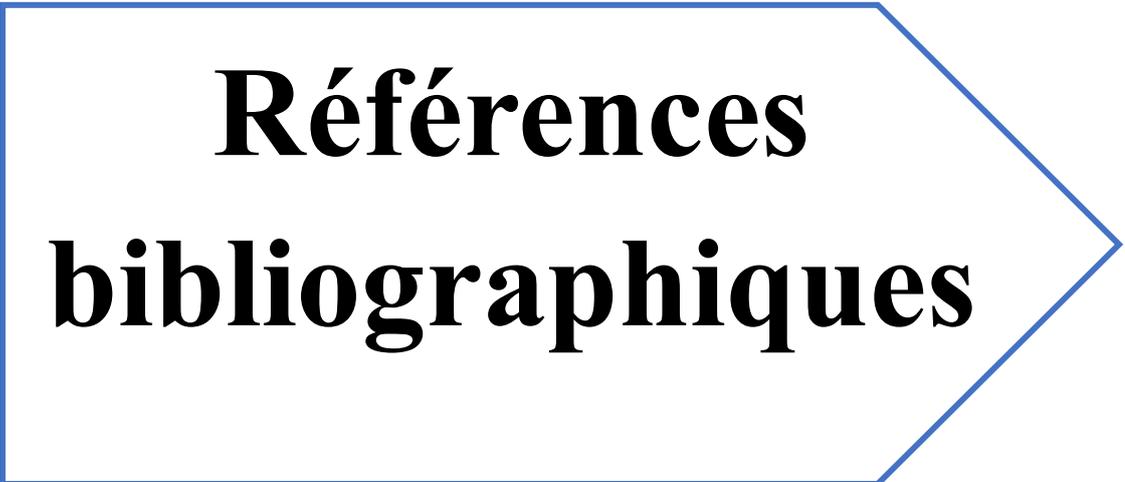
L'objectif de cette étude est d'établir un premier bilan de la faune du barrage Zouabi. Elle nous a permis d'identifier un peuplement remarquable, composé de 1564 individus répartis en 12 taxons. La classe des Insectes représente le groupe dominant, avec cinq groupes principaux, par ordre décroissant d'abondance : les Hémiptères, les Diptères, les Éphéméroptères, les Coléoptères et les Odonates. Les macroinvertébrés benthiques les plus représentés sont les larves de Pleidae, avec un total de 1445 individus, représentant à eux seuls 93,47 % de l'abondance totale

Le travail, réalisé au niveau du barrage Zouabi dans la wilaya de Souk Ahras, a pour objectif d'évaluer la qualité écologique de l'eau douce en s'appuyant sur les macroinvertébrés benthiques comme indicateurs biologiques. Les résultats des prélèvements effectués sur plusieurs stations montrent une faune diversifiée, marquée par la présence d'Éphéméroptères, Trichoptères, Diptères (Chironomidés), Oligochètes et Gastéropodes. L'eau est globalement classée entre qualité moyenne et altérée, notamment en aval du barrage, ce qui est probablement dû aux rejets domestiques et agricoles. L'analyse des paramètres physico-chimiques (température, pH, oxygène dissous, etc.) confirme le lien entre la pollution et la présence dominante d'espèces tolérantes, tandis que la présence d'espèces sensibles dans d'autres zones témoigne d'une meilleure qualité de l'eau.

Cette étude met en évidence le rôle essentiel des macroinvertébrés dans la surveillance de la qualité des milieux aquatiques et attire l'attention sur les pressions anthropiques qui pèsent sur le barrage (agriculture, rejets, gestion hydraulique). Elle recommande la mise en place d'un suivi écologique régulier et la sensibilisation des populations locales. Elle constitue également une base de référence pour une gestion durable des ressources en eau et pour de futures recherches dans la région.

Malheureusement, les barrages et les invertébrés restent largement absents des priorités de conservation en Algérie. Si aucune mesure urgente n'est prise pour freiner la dégradation des habitats aquatiques, les conséquences sur les écosystèmes et les moyens de subsistance des populations, déjà confrontées au stress hydrique, pourraient être graves. Dans un contexte de changement climatique, la région Nord-Est de l'Algérie mérite d'être considérée comme zone prioritaire. Les résultats obtenus, notamment la découverte de nouveaux taxons, illustrent le manque persistant de connaissances scientifiques sur cette zone. Nous espérons, à travers cette

étude, ouvrir de nouvelles perspectives pour l'étude écologique des barrages en Algérie et contribuer ainsi à la préservation de notre biodiversité pour les générations futures.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques :

A

André, T. (2001). Étude des macroinvertébrés benthiques et de l'alimentation d'espèces de poissons en relation avec le rétrécissement saisonnier de la superficie d'eau du lac de barrage de la Comoé [Mémoire d'ingénieur]. Bobo-Dioulasso : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 113 p.

Auber, L. (1999). Atlas des coléoptères de France. Paris : Boubée.

Ayral, H. (1966). Zoologie agricole. Collection d'enseignement agricole, Tome 2.

B

Bebba, N. M., El Alami, S. F., Arigue, S. et Arab, A. (2015). Étude mésologique et biotypologique du peuplement des Éphéméroptères de l'Oued Abdi (Algérie). Revue scientifique, 14.

Beat, O. et Pierre, A. (2013). Mares et étangs : écologie, conservation, gestion, valorisation. Lausanne : Éditions Romandes, 481 p.

Bouraoui, F., Jrad, A. et Touzi, H. (2016). Évaluation de l'évapotranspiration et des besoins hydriques en Tunisie semi-aride. Journal Tunisien d'Hydrologie, 9(2), 45–53.

Remini, B. (1997). Envasement des retenues de barrages en Algérie : mécanismes et moyens de lutte par la technique du soutirage [Thèse de doctorat d'État]. Alger : École Nationale Polytechnique, 342 p.

Remini, B. (2010). Envasement des barrages en Algérie : cas et solutions. Larhyss Journal, 8, 27–46.

C

Crosskey, R. W. (1994). The Manitoban blackfly fauna with special reference to prospections made in 1983–1985 in central and southern Manitoba (Diptera : Simuliidae). Journal of Natural History, 28(1), 87–107.

E

Engelhardt, W. P., Jürging, J., Pfadenhauer, J. et Rehfeld, K. (1998). De la vie dans les étangs, les ruisseaux et les mares : les plantes et les animaux des eaux de chez nous. Paris : Vigot.

F

FAO. (2003). Unlocking the Water Potential of Agriculture. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

G

Grasse, P. P., Pière, R. et Dounenc, D. (1998). Zoologie des invertébrés. Paris : Masson.

Grekoff, N. (1966). Aperçu sur les ostracodes fossiles. Paris : Éditions Technip, 97 p.

I

Illies, J. (1955). Steinfliegen oder Plecoptera. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. Stuttgart : G. Fischer, 150 p.

L

Lamarck, J. (2003). Les mollusques. In **Nouveau dictionnaire d'histoire de la nature**. Paris.

Lévêque, C. et Balian, E. (2005). Les barrages et leurs impacts écologiques. In Bravard, P. et Piégay, G. (Éds.), **Les cours d'eau : dynamique, écologie, aménagement** (pp. 345–361). Paris : Armand Colin.

M

Maissait, J., Baehr, J. L. et Pecaud, J. L. (2005). **Biologie animale : invertébrés** (2^e éd.). Paris : Dunod.

Mathieu, R. (1995). **Biologie Campbell**. Québec : Éditions Person.

McGavin, G. (2000). **Insectes, araignées et autres arthropodes terrestres**. Paris : Larousse Bordas.

Moisan, J. (2010). **Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds**. Québec : Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 82 p.

Morris, G. L. et Fan, J. (1998). Reservoir Sedimentation Handbook : Design and Management of Dams, Reservoirs, and Watersheds for Sustainable Use. New York : McGraw-Hill.

N

Nedjah, R. (2011). Écologie du Héron pourpré (*Ardea purpurea*) en Numidie (Nord-Est algérien) [Thèse de doctorat]. Annaba : Université Badji Mokhtar, 103 p.

R

Ramade, F. (1998). Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau : biogéochimie et écologie des eaux continentales et littorales. Paris : Édiscience International, 786 p.

Rodier, J., Legube, B. et Merlet, N. (2009). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer (9^e éd.). Paris : Dunod.

T

Tachet, H. (2000). Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. Paris : CNRS Éditions, 153 p.

U

UNESCO. (2015). The United Nations World Water Development Report 2015 : Water for a Sustainable World. Paris : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture.

Les site web :

[1]: https://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/messaid_belkacem/files/chap1-pdf.pdfbarrage - LAROUSSE :

<https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/barrage/25759>

[2]: <https://www.universalis.fr/index/barrages/>

[3]: Source : notre-planete.info, <http://www.notre-planete.info/environnement/biodiversite/biodiversite.php>

[4] : [http://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/2030977\(15/01/2018\)](http://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/2030977(15/01/2018))

[5] : <https://www.anbt.dz>

[6] : <https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2022/guelma/valeurs/60403.html>

Résumé

Notre étude s'est concentrée sur l'inventaire des macroinvertébrés benthiques et l'analyse de la qualité physico-chimique des eaux du barrage de Zouabi Sedrata, dans la province de Souk Ahras. À cette fin, nous avons suivi trois stations sur une période de trois mois, entre le 22 décembre 2024 et le 11 mars 2025. Différents indices utilisés, tels que la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon et la similarité de Jaccard, ont montré que les stations étudiées présentaient une diversité faible à moyenne.

Les résultats montrent une baisse marquée de la biodiversité et de l'homogénéité aux stations 1 et 2 entre décembre 2024 et mars 2025, avec une baisse marquée de l'indice de Shannon et une variation significative de la répartition des espèces. En revanche, la station 3 présente la tendance inverse, avec une augmentation significative de la diversité et le maintien d'une répartition quasi homogène. Ces différences indiquent des conditions environnementales défavorables aux stations 1 et 2, tandis que la station 3 semble bénéficier d'un environnement plus stable ou amélioré.

Mots-clés : Les macroinvertébrés benthiques, Barrage Zouabi. Souk Ahras. Les eaux stagnantes.

Abstract:

Our study focused on the inventory of benthic macroinvertebrates and the analysis of the physicochemical quality of the waters of the Zouabi Sedrata dam, in the province of Souk Ahras. To this end, we monitored three stations over a period of three months, between December 22, 2024 and March 11, 2025. Different indices used, such as species richness, Shannon diversity index and Jaccard similarity, showed that the ponds studied had low to medium diversity.

The results show a marked decline in biodiversity and homogeneity at stations 1 and 2 between December 2024 and March 2025, with a marked drop in the Shannon index and a significant variation in species distribution. In contrast, station 3 shows the opposite trend, with a significant increase in diversity and the maintenance of a nearly homogeneous distribution. These differences indicate unfavorable environmental conditions at stations 1 and 2, while station 3 appears to benefit from a more stable or improved environment.

Keywords: benthic macroinvertebrates, Souk Ahras

ملخص:

ركزت دراستنا على حصر اللافقاريات القاعية الكبيرة وتحليل الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه سد زوابي سدراة بولاية سوق أهراس. ولتحقيق ذلك، قمنا برصد ثلاث محطات على مدى ثلاثة أشهر، بين 22 ديسمبر 2024 و 11 مارس 2025. وأظهرت مؤشرات مختلفة، مثل ثراء الأنواع، ومؤشر شانون للتنوع، وتشابه جاكارد، أن البرك المدروسة اتسمت بتنوع يتراوح بين منخفض ومتوسط.

تُظهر النتائج انخفاضًا ملحوظًا في التنوع البيولوجي والتنجانس في المحطتين 1 و 2 بين ديسمبر 2024 ومارس 2025، مع انخفاض ملحوظ في مؤشر شانون وتباين كبير في توزيع الأنواع. في المقابل، تُظهر المحطة 3 اتجاهًا معاكسًا، مع زيادة كبيرة في التنوع والحفاظ على توزيع شبه متجانس. تشير هذه الاختلافات إلى ظروف بيئية غير مواتية في المحطتين 1 و 2، بينما يبدو أن المحطة 3 تستفيد من بيئة أكثر استقرارًا أو تحسنًا.

الكلمات المفتاحية: اللافقاريات القاعية الكبيرة، ولاية سوق أهراس

Annexe:

Tableau climatique - Souk Ahras (Avril 2024 - Avril 2025)

	Avr 24	Mai 24	Juin 24	Juil 24	Août 24	Sep 24	Oct 24	Nov 24	Déc 24	Janv 25	Fév 25	Mars 25	Avr 25
Mois	Avr 24	Mai 24	Juin 24	Juil 24	Août 24	Sep 24	Oct 24	Nov 24	Déc 24	Janv 25	Fév 25	Mars 25	Avr 25
Température moyenne (°C)	13.9	18.3	24.9	28.4	28.0	23.8	18.6	13.6	9.3	9.2	13.1	16.8	17.9
Température minimale moyenne (°C)	8.4	11.9	17.6	20.7	20.4	17.2	13.0	8.6	5.5	4.7	7.9	11.4	11.8
Température maximale (°C)	19.9	24.6	32.1	36.2	35.6	30.4	24.2	18.6	13.2	11.9	17.4	22.1	23.9
Température moyenne (°F)	57.0	64.9	76.8	83.1	82.4	74.8	65.5	56.5	48.7	48.6	55.6	62.2	64.2
Température minimale moyenne (°F)	47.1	53.4	63.7	69.3	68.7	63.0	55.4	47.5	41.9	40.5	46.2	52.5	53.2
Température maximale (°F)	67.8	76.3	89.8	97.2	96.1	86.7	75.6	65.5	55.8	53.4	63.3	71.8	75.0
Précipitations (mm)	45.3	39.2	16.8	4.2	3.1	12.5	28.7	54.1	67.2	52.8	38.6	26.3	29.5

